

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**  
**URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

**ANA PAVIČIĆ**

**UTJECAJ ANOMALIJA U TEMPERATURI ZRAKA I KOLIČINI OBORINA**  
**NA TROFEJNE VRIJEDNOSTI ROGOVA DIVOKOZE**  
*(**Rupicapra rupicapra L.**)*

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2019.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**UTJECAJ ANOMALIJA U TEMPERATURI ZRAKA I KOLIČINI OBORINA**  
**NA TROFEJNE VRIJEDNOSTI ROGOVA DIVOKOZE**  
*(Rupicapra rupicapra L.)*

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Gospodarenje životinjskim vrstama

Ispitno povjerenstvo:

1. Prof. dr. sc. Krešimir Krapinec
2. Doc. dr. sc. Kristijan Tomljanović
3. Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković
4. Doc. dr. sc. Marko Vucelja

Student: Ana Pavičić

JMBAG: 0068220689

Broj indeksa: 860/17.

Datum odobrenja teme: 25. travnja 2019.

Datum predaje rada: 10. srpnja 2019.

Datum obrane rada: 12. srpnja 2019.

**Zagreb, 2019.**

**Dokumentacijska kartica**

Naslov	Utjecaj anomalija u temperaturi zraka i količini oborina na trofejne vrijednosti rogova divokoze ( <i>Rupicapra rupicapra</i> L.)
Title	The influence of anomalies of air temperature and precipitation on chamois ( <i>Rupicapra rupicapra</i> ) horns trophy values
Autor	Ana Pavičić
Adresa autora	Ljubljanka 18, 44 000 Sisak
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Krešimir Krapinec
Izradu rada pomogao	-
Godina objave	2019.
Obujam	Broj stranica 45, tablica 8, slika 16 i 90 navoda literature
Ključne riječi	divokoza, duljina kuka, kohorta, percentili, temperatura, oborine
Key words	chamois, length of horn, cohort, percentiles, temperature, rainfalls
Sažetak	<p>Rad predstavlja analizu utjecaja dobi, gustoće populacije te klimatskih čimbenika na duljinu kuke u divokoze. Analiza je provedena na populaciji divokoza s tri lokaliteta (Risnjak, sjeverni Velebit i Biokovo) u Hrvatskoj. Kao varijable klime su korišteni percentili temperature zraka i oborina tijekom pojedinih godišnjih doba koji su vladali u godini jarenja jedinki čije duljine kuka su korištene kao zavisne varijable.</p> <p>Dominantan utjecaj na duljinu kuka, bez obzira na lokalitet, ima dob grla. Utjecaj istraživanih čimbenika na duljinu kuka divokoze različit je s obzirom na lokalitet i spol divokoze. Ako se izuzme dob broj klimatskih čimbenika koji utječu na duljinu kuka najveći je na lokalitetu Risnjak (14 kod jaraca i 16 kod koza), a najmanji na lokalitetu Biokovo (5 kod jaraca i 10 kod koza). S obzirom na lokalitet i spol razlikuje se i procjena varijabilnosti duljine kuka. Kod jaraca je s pomoću korištenih varijabli moguće procijeniti daleko manje varijabilnosti u duljinama kuka nego kod koza (od 20 % na lokalitetu Risnjak do 23 % na lokalitetu Velebit; respektivno od 25 % na lokalitetu Velebit do 43 % na lokalitetu Biokovo). Razlike u kohortama ovise o lokalitetima. Na lokalitetu Risnjak te su razlike relativno male, dok su najveće razlike izražene na lokalitetu Velebit. One su najčešće povezane s odstupanjima u temperaturi zraka tijekom vegetacije, koje na rast kuka imaju negativan učinak. Rezultati ovog istraživanja ukazuju kako divokoze na lokalitetima Risnjak i Velebit obitavaju u oštrijim klimatskim uvjetima nego na lokalitetu Biokovo.</p>

## **PREDGOVOR**

*Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Krešimiru Krapincu koji je sa strpljenjem i predanošću prenio svoje znanje te pomogao u realizaciji ovog diplomskog rada.*

*Najveću zahvalu dugujem svojim roditeljima i sestri koji su bili neizmjerena podrška kroz sve godine mog obrazovanja. Hvala Vam na razumijevanju i povjerenju koje ste imali u mene. Veliko hvala obitelji Šiško na velikodušnoj potpori i vjeri da sve što zamislim i ostvarim. Zahvaljujem didi Marku na redovitoj kontroli položenih ispita.*

*Na kraju, zahvaljujem svojim prijateljima i obitelji koji su bili važna stepenica u ohrabrenju i potpori. Posebno zahvaljujem svojoj kolegici Mateji Kovačević na nesebičnoj i velikoj potpori u studiranju na Šumarskom fakultetu u Zagrebu.*

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. CILJ RADA .....	4
3. MATERIJALI I METODE .....	8
3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I IZVORI PODATAKA O DULJINAMA	
KUKA .....	8
3.1.1. Temeljne značajke lokaliteta Risnjak .....	11
3.1.2. Temeljne značajke lokaliteta Biokovo .....	12
3.1.3. Temeljne značajke lokaliteta Velebit .....	14
3.2. IZVORI KLIMATSKIH PODATAKA I STATISTIČKE ANALIZE .....	16
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	19
4.1. UTJECAJ OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA DULJINU KUKA .....	19
4.2. REZULTATI ISPITIVANJA RAZLIKA U DULJINI KUKA MEĐU	
KOHORTAMA .....	28
5. RASPRAVA .....	33
6. ZAKLJUČCI .....	37
7. LITERATURA .....	38

## 1. UVOD

Problematika interakcije divljači i staništa te s interakcijom povezane dinamike populacije životinjskih vrsta odavno je predmet istraživanja populacijske ekologije. Razvojem matematičkih modela rezultati ovakvih istraživanja sve više dobivaju na značenju pri prognozirovanja brojnosti štetnih kukaca u poljoprivredi i šumarstvu, ali i u gospodarenju populacijama ptica i sisavaca, osobito ako se radi o populacijama divljih životinja koje se iskorištavaju (npr. lov).

Međutim, utjecaj staništa na divlje životinje se još uvijek testira vanjskim pokazateljima, kao što su spolna i dobna struktura (Luna-Estrada i sur., 2006.; Clutton-Brock i sur., 1986.), reproduktivnim parametrima (Krapinec i sur., 2018.; Vincent i sur., 1995.), značajkama rogovlja (Vanpé i sur., 2007.; Mysterud i sur., 2005.) i rogova (Krapinec i sur., 2006.; Schröder, 1971.; Salzmann, 1977.; Hrabě i Koubek, 1990.; Massei i sur., 1994.), duljinom donje čeljusti (Hewison i sur., 1996.; Pérez-Barbería i sur., 1996.; Nugent i Frempton, 1994.), tjelesnom masom (Pettorelli i sur., 2002., 2003.; Gärtner i Patolla, 1997.) i sadržajem masti u tijelu (Vicente i sur., 2007.; Riney, 1955.). Ovakvi se podaci zovu još populacijski ili kondicijski indeksi i mogu dati dobru sliku stanja populacije radi provođenja smjernica gospodarenja ili upravljanja, no svaki od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Dio njih daje trenutne podatke o populaciji i čak je podlozan sezonskim promjenama (npr. tjelesna masa i pričuve masti u tijelu), a dio njih predstavlja kumulativne vrijednosti okolišnih čimbenika tijekom juvenilnog razdoblja (npr. duljina roga i donje čeljusti).

Klima ima veliki utjecaj na populacije divljih životinja, što su potvrdila istraživanja provedena u sjevernoj Europi i Sjevernoj Americi, a do sada je dokazano slijedeće:

- ✓ U sjevernoj Europi klimatske pojave utječu na stopu preživljavanja soayske ovce (*Ovis aries*), odnosno stopa preživljavanja je u negativnoj vezi s količinom oborina u ožujku (kraj zime u sjevernoj Europi) te zimskim sjevernoatlantskim oscilacijama – NAO (Catchpole i sur., 2000.; Coulson i sur., 2001.; Hone i Clutton-Brock, 2007.).
- ✓ Zimski mortaliteti jelena običnog (*Cervus elaphus atlanticus*) u pozitivnom su odnosu s količinom padalina (Clutton-Brock i Albon, 1989.)

- ✓ Klima utječe na fekunditet jelena običnog i soayeve ovce, iako je druga sastavnica varijabilnosti uvjetovana gustoćom populacije (Coulson i sur., 2000.).
- ✓ Novačenje populacije kod vapijija (*Cervus canadensis*) je u negativnom odnosu s količinom snijega (Garrott i sur., 2003.).

Prema Langvatn i sur. (1996.) klimatski čimbenici mogu imati važan utjecaj na demografiju kopnenih životinja. U prvome redu ovo je djelovanje neizravno. Dokazano je kako količina oborina, temperatura zraka i insolacija utječu na fenologiju biljaka, kvalitetu krme i proizvodnju biomase, što ima za posljedicu promjene u kapacitetu staništa. Budući da probavljivost krme utječe na unos hrane i tjelesni prirast te značajke životnih putova mladunčadi može se reći kako je prirast ženki jedne godine rezultat vremenskih prilika prethodne godine (*Slika 1.*). Nadalje, dokazano je kako visoka probavljivost krme ne povećava samo relativnu metaboličku energiju nego i apsolutni unos krme (Armstrong i sur., 1986.).

*Slika 1.* Utjecaj okolišnih čimbenika na reproduktivne značajke dvizica jelena običnog u Norveškoj

Mjesec	S	V	O	T	S	L	S	K	R	L	S	P	S	V	O	T	S	L	S	K	R	L	S	P
Dob (mjeseci)	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Razvojni stadij	Posljednji trimestar gravidnosti				Teljenje Vrhunac laktacije		Zastoj u zimskom rastu										Početak rasta		Sazrijevanje					
Temperaturne sume (stupanj-dani)					Rana fenologija biljaka: utjecaj na laktaciju		Starenje biljaka: utjecaj na duljinu razdoblja rasta										Rana fenologija biljaka: utjecaj na stopu rasta		Starenje biljaka: održavanje rasta do sazrijevanja					
Temperatura					Početak rasta biljaka: utjecaj na porođajnu masu		Podržavanje rasta: utjecaj na balans toplinske energije										Početak rasta biljaka: oporavak od zimskog zastoja u rastu		Podržavanje balansa toplinske energije					
Oborine					Biomasa i sadržaj hranjiva u biljkama: utjecaj na laktaciju		Magnituda drugog vrhunca rasta biljaka: utjecaj na jesensku i ranu zimsku ishranu										Biomasa i sastav hranjiva u biljkama: utjecaj na stopu rasta		Magnituda drugog vrhunca rasta biljaka: održavanje rasta i sazrijevanja					
Dubina snijega	Dostupnost krmiva za ženke: utjecaj na rast fetusa				Stopa kopnjenja snijega i tjeranje nove vegetacije		Dostupnost krmiva za mladunčad, troškovi energije: utjecaj na stopu gubitka tjelesne mase																	

Prerađeno iz: Langvatn i sur., 1996., 657 p.

Negativan klimatski učinak je osobito naglašen na većim geografskim širinama. Tako na sjeverne dvopapkare on tijekom zime može biti izravan (gubitak tjelesne mase i povećan otpad; Weladji i sur., 2002a) te neizravan (utjecaj na kvalitetu krme tijekom ljeta, Weladji i sur., 2002b). Pretpostavljalo se kako dugo i toplo ljeto u jugoistočnoj Norveškoj uzrokuje lošu kvalitetu krme što kasnije dovodi do nižih tjelesnih masa srneće divljači u jesen.

Dakle, klimatske fluktuacije mogu utjecati na raniji rast i stoga rezultirati na razmnožavanje velikih biljoždera (Albon i sur., 1983.; Coulson i sur., 2001.), vjerojatno preko učinka na prostornu i vremensku količinu i kakvoću krme (Langvatn i sur., 1996.).

Na populaciju dvopapkara utječu i pojave vezane uz gustoću populacije, a oni mogu biti u interakciji s klimatskim čimbenicima. Pri visokoj gustoći populacije negativni učinci oštre zime mogu biti još naglašeniji (Sauer i Boyce, 1983.; Portier, 1998.; Coulson i sur., 2001.; Skogland, 1985.).



## 2. CILJ RADA

Prema Tomljanović i sur. (2012.) divokoza je u Hrvatskoj rasprostranjena na većini većih masiva Dinarida (Risnjak, Čićarija, Učka, Velika Kapela<sup>1</sup>, Velebit, Lička Plješivica, Dinara, Kamešnica i Biokovo) te zapadnom dijelu panonskog gorja (Ivanščica i Žumberačko gorje). Međutim, na području Velebita i Biokova, do sada je stečeno preko 70 % kapitalnih trofeja divokoze (kuka) izloženih na lovačkim izložbama (Grubešić i Krapinec, 2011.). Trend kretanja trofeja divokoze je pri tome osobito zanimljiv. O tome svjedoči i katalog lovačkih trofeja iz 1981. godine gdje je na izložbi od ukupno 63 izložene kuke divojarca (koze se nisu lovile) čak njih 62 bilo s područja Biokova (58 kuka) i Zagvozda (4 kuke).

Velik negativan učinak na biokovsku populaciju imao je domovinski rat. Tako je već 1996. godine na nacionalnoj lovačkoj izložbi u Zagrebu izloženo 37 kuka, od čega je njih 35 bilo s Biokova (računajući divojarce i divokoze). Međutim, na posljednjoj nacionalnoj izložbi (2006.) glede divokoze, dominirale su kuke s područja Primorja, odnosno sjeverozapadnog dijela Velebita (od ukupno 14 eksponata, 13 kuka je bilo s tog područja). Konačno, službeni prvak Hrvatske je divojarac iz državnog lovišta broj IX/7 „SVETI JURAJ“ (120,13 CIC točaka, odstrijeljen 2007.), odnosno divokoza iz državnog lovišta broj IX/6 „JABLANAC“ (118,92 CIC točaka, odstrijeljena 2004.). Još uvijek nije jasno zbog čega se populacija ove divljači na Velebitu razvijala tako sporo iako je od 1960. pa do kraja 70-tih godina ona naseljavana u nekoliko navrata.

U današnje vrijeme je svojevrsto pomodarstvo postalo mišljenje o zaštiti pojedinih podvrsta divokoze, bez obzira radi li se o pirinejskoj (*Rupicapra pyrenaica*) ili sjevernoj (*R. rupicapra*), te je većina radova usmjerena istraživanju njene genetske strukture diljem areala roda *Rupicapra*. Međutim, iz njih izviru stremljenja potpunoj zaštiti na pojedinim područjima. No, ona ne nude dovoljno jasne smjernice oko mjera praćenja stanja pojedinih kolonija. Stoga će se pomoću statističkih analiza, u ovome diplomskome radu, pokušati dokazati koliko je duljina kuka pouzdan pokazatelj detektiranja populacijskih razlika kod ove vrste u nas.

Kondicijski indeksi razvijeni na bazi rogovlja nisu pouzdani iz više razloga. Naime, gotovo kod svih vrsta cervida ženke nemaju rogovlje, a mužjaci ih nose svega

---

<sup>1</sup> Majnarić, usmeno

6 mjeseci. Stoga bi ono moglo biti pouzdan indeks kondicije jedino tijekom razdoblja rasta i razvoja (Riney, 1955.), odnosno, eventualno bi kriterij kondicije mogla biti dob u kojoj mladunčad počinje razvijati rogovlje (Ahrens i sur., 1988.; Longhurst i Douglas, 1953.).

Za razliku od rogovlja, rogovi pokazuju relativno pouzdan populacijski indeks, no s obzirom na vrstu bovida (Kavčić i sur., 2018; Bonenfant i sur., 2009.; McDonough i sur., 2006.; Toigo i sur., 1999.) i područje istraživanja (odnosno režim izlovljavanja, Corlatti i sur., 2017.; Bleu, i sur., 2014.) zaključci u kvaliteti tog indeksa su katkada oprečni.

Usprkos tome što je dio autora populacijske razlike glede trofejne vrijednosti radio na bazi ukupne duljine kuke (npr. Koubek i Hrabě, 1983.), Massei i sur. (1994a) smatraju kako se iste razlike trebaju ispitivati na razini godišnjeg prirasta roga u duljinu. Međutim, na području zapadnog dijela Alpa prirast kuka u duljinu nakon 3. godine života iznosi do 2 mm te je za usporedbu bolje koristiti ukupnu duljinu kuka ili duljinu prva 4 segmenta (Rugheti i Festa-Bianchet, 2011.). Ako je na populacijskoj i individualnoj razini nazočna zakonitost obrata duljinskog prirasta kuka, čini se da je upravo taj rani prirast ključan za ukupnu duljinu roga.

Nadalje, obaveza ocjenjivanja lovačkih trofeja u Hrvatskoj traje još od 70-tih godina 20. stoljeća (Krapinec i sur., 2009.), a duljina roga je sastavni element ocjene trofeja iz praktičnih razloga bi se ovaj element ocjene mogao koristiti za analizu populacije, jer trofej ostaje kod lovca, a jedan primjerak obrasca ocjene ostaje kod ovlaštenika prava lova. On bi u pismohrani trebao imati formulare ocjene trofeja kroz dulje vremensko razdoblje gospodarenja lovištem. Stoga je praktičnije za analizu uzeti sve podatke, koji su na jednom mjestu, nego ići od lovca do lovca i na licu mjesta mjeriti određene parametre lovačkog trofeja.

Budući da je na šupljorošcima relativno lako procijeniti dob brojanjem segmenata (pretpostavlja se da bi svaki službeni ocjenjivač trofeja to trebao znati) to se iz duljine roga i poznate dobi može procijeniti i godina u kojoj je grlo došlo na svijet, odnosno kohorta.

Upravo analiza populacije na razini kohorte predstavlja najispravniji način istraživanja populacijske ekologije parnoprstaša, a budući da je obaveza ocjenjivanja lovačkih trofeja nazočna u većini zemalja središnje i zapadne Europe svrha je ovog rada slijedeća:

- ✓ Ispitati kvalitetu ukupne duljine kuke u svrhu korištenja kao populacijskog indeksa;
- ✓ Istražiti utjecaj odstupanja u temperaturi zraka i oborina na kvalitetu populacije sjeverne divokoze (*Rupicapra rupicapra*) u pojedinim dijelovima Hrvatske i
- ✓ Ispitati postojanje učinka kohorte u istraživanim populacijama divokoze na pojedinim lokalitetima u Hrvatskoj.



Slika 2. Područje istraživanja

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I IZVORI PODATAKA O DULJINAMA KUKA

Za potrebe izrade ovog diplomskog rada, izabrana tri glavna područja na kojima je ova divljač nazočna u većoj brojnosti i na kojima se odstrjeljuje u određenom kontinuitetu. To su, idući od sjevera prema jugu, tri masiva – Risnjak, Velebit i Biokovo (*Slika 2.*). Sva tri područja karakterizira razveden reljef i oštri klimatski uvjeti, što je jedan od temeljnih značajki staništa divokoze.

*Tablica 1.* Struktura staništa na lokalitetima istraživanja

Način korištenja zemljišta	Risnjak (0 do 1 148 m NV)		Velebit (0 do 1 164 m NV)		Biokovo (260 do 1 716 m NV)	
	ploština (ha)	udio (%)	ploština (ha)	udio (%)	ploština (ha)	udio (%)
Vode	120	0	27	0	0	0
Tršćaci	8	0	0	0	0	0
Obale	3	0	32	0	0	0
Goleti	231	1	4 686	35	1 627	14
Travnjaci	3 152	9	1 671	12	3 558	32
Bujadnice	5	0	0	0	0	0
Šikare	129	0	152	1	3	0
Šume	30 714	89	7 002	52	6 053	54
Oranice	167	0	0	0	1	0
Voćnjaci	8	0	0	0	0	0
UKUPNO	34 536	100	13 570	100	11 243	100

Izvor: <http://www.bioportal.hr/gis/>

Sva tri lokaliteta se rasprostiru preko 1 000 m nadmorske visine, s time da prva dva (Risnjak i Velebit) počinju od morske obale. Lokaliteti se međusobno dosta razlikuju po strukturi staništa (*Tablica 1.*). Iako na sva tri lokaliteta preko 50 % staništa čine šume, njihov je udio osobito visok na području Risnjaka (89 %). Goleti su također nazočne na sva tri lokaliteta, no najviši udio imaju na lokalitetu Velebit (čak 34 %), dok su travnjaci najzastupljeniji na lokalitetu Biokovo (32 %), a na Risnjaku i Velebitu imaju približno jednak udio. Generalno, Risnjak ima najviše šuma, a najmanje goleti, na Velebitu nakon šuma dominiraju goleti, dok na Biokovu

nakon šuma dominiraju pašnjaci. Ono što definitivno lokalitet Risnjak odvaja od ostala dva lokaliteta jest nazočnost vode, koja nikada ne presušuje. Radi se o rijeci Kupi, koja čini sjevernu granicu spomenutog područja. Ostala dva lokaliteta su dosta oskudna prirodnim vodenim površinama (osobito Biokovo), tako da je tamo opskrba vodom riješena lokvama. Isto vrijedi i za lokalitet Velebit.

Osim po strukturi staništa područja se razlikuju i po tipovima klime. Prema Šegoti i Filipčić (2003.) lokaliteti se međusobno razlikuju i po tipovima klima:

- ✓ lokalitet Risnjak se u potpunosti nalazi u tipu klime *Cfb* (umjereno topla vlažna klima s toplim ljetom).
- ✓ na lokalitetu Velebit je dominantan tip klime *Cfa* (umjereno topla vlažna klima s vrućim ljetom), dok je u sjeverozapadnim vršnim dijelovima nazočan tip klime *Cfb*. Površina ovog tipa klime zauzima oko 1/5 lokaliteta.
- ✓ na lokalitetu Biokovo je dominantan tip klime *Cfb*, dok je u zapadnim dijelovima nazočan tip klime *Cfa*. Površina ovog tipa klime zauzima oko 1/5 lokaliteta.

Podaci o duljinama kuka su uzeti s 1 193 trofejnih listova (*Tablica 2.*), od čega najviše s područja Biokova (926 grla), a najmanje s područja Risnjaka (66 grla). U uzorku dominiraju jarci, a ovisno od područja do područja, udio koza u uzorku kreće se od 33 % (Biokovo) do 41 % (Risnjak). Treba istaknuti da je 134 uzoraka izbačeno iz analize zbog sumnje u točnost podataka, abnormalnosti trofeja, ponavljanja (duplih) trofejnih listova ili manjkavosti podataka (nedostajao je spol ili dob grla). Osim duljina kuka, s trofejnih listova su uzeti podaci o dobi. Oduzimanjem dobi od godine odstrela dobivena je godina jarenja, odnosno kohorta.

Tablica 2. Broj sakupljenih trofejnih listova divokoze prema spolu i lokalitetu

LOKALITET	JARCI	KOZE	UKUPNO	Razdoblje stjecanja trofeja	Raspon godina jarenja (kohorti)
	Veličina uzorka				
Risnjak	39	27	66	1996. – 2015.	1965. – 2010.
Velebit	127	74	201	1989. – 2014.	1989. – 2010.
Biokovo	619	307	926	1968. – 2012.	1983. – 2011.
Ukupno	777	402	1 193		

Ovisno od lokaliteta do lokaliteta vremensko razdoblje stjecanja trofeja bilo je različito (Tablica 2.,). Na području Risnjaka trofeji su stečeni u razdoblju od 1996. do 2012. godine (20 lovnih godina), što je ujedno i najkraće razdoblje u usporedbi s ostala dva. S područja Velebita je uzet 201 podatak o duljinama kuka, onih grla koja su stečena u razdoblju od 1989. do 2014. godine (26 lovnih godina). Najdulje razdoblje stjecanja trofeja pokazuje lokalitet Biokovo. Ovdje su trofeji stjecani od 1968. do 2012. godine (45 lovnih godina).

Generalno, u posljednjih 10 godina odstrjel divokoze je u Hrvatskoj u porastu. Jedino se na lokalitetu Biokovo mogu uočiti dva maksimuma odstrjela. Prvi se dogodio sredinom 80-tih godina prošloga stoljeća, a drugi unazad nekoliko godina (Prebanić, 2015.).

Sukladno rezultatima istraživanja Šprem i Bužan (2016.) istraživanje je obuhvatilo alpsku (Risnjak), balkansku (Biokovo) i hibridnu populaciju divokoze (Velebit). Ova potonja predstavlja križance alpske i Balkanske divokoze, a populacija obitava na području sjevernog dijela Velebita.

### 3.1.1. Temeljne značajke lokaliteta Risnjak

Divokoza je oduvijek obitavala na području Risnjačkog masiva ( Majnarić, 2007.; 2010.). Uglavnom je se može vidjeti na strmim stijenama Črne hloje, kanjona Zeleni vir, Goličke planine, Straže itd. Dio je zajedničke populacije divokoza sa slovenskom populacijom čija jezgra nastanjuje šire područje Kuželske stene, kao i populacije divokoza koje nastanjuju kanjon Male i Velike Belice i Slovenskog dijela Snježnika. Za razliku od drugih područja u Hrvatskoj s divokozom, ovdje je dominantan čimbenik stradanja divokoze bio ris (*Lynx lynx*) i to tijekom 70-tih i 80-tih godina prošloga stoljeća. Stoga ona i danas na području ovog lokaliteta obitava u relativno malom broju.

Na masivu Risnjaka skupljeni su trofejni listovi za trofeje stečene u četiri lovišta: VIII/10 „KUPJAČKI VRH“ (6 944 ha), VIII/19 „RISNJAK“ (14 716 ha), VIII/116 „Kupa (2 057 ha)“ i VIII/124 „Grobnik“ (12 837 ha). Lovišta se nadovezuju jedno na drugo idući od sjevera (granica sa Slovenijom) do obalnog pojasa (Grobnik). Radi se o dva državna i dva zajednička lovišta, a lovištima gospodare lokalne lovačke udruge.

S tog su područja sakupljeni trofejni listovi za 30 jaraca i 21 kozu (ukupno 51 trofejni list). Ovo područje karakterizira relativno dobar raspored vodotoka, vode u lovištima ima tijekom cijele godine, ali za razliku od ostala dva lokaliteta udio visokih šuma u staništu je velik (preko 80 %), dok je udio otvorenih površina mali. Udio oraničnih površina je gotovo zanemariv (ispod 1 %). Za razliku od ostala dva lokaliteta ovdje divokoza obitava od nekih 200 m nadmorske visine pa do vršnih dijelova prostora.

Prema Kurtén (1968.) pleme Rupicapri (u koje, osim divokoza- *Rupicapra* još spadaju rodovi *Nemorhaedus* i *Capricornis* u istočnoj i južnoj Aziji te *Oreamnos* u Sjevernoj Americi, Simpson, 1945.) se vjerojatno pojavilo tijekom Miocena u Aziji, odakle se raširilo prema Europi (*Rupicapra*) i Sjevernoj Americi (*Oreamnos*). Rod *Rupicapra* je evolvirao tijekom srednjeg i kasnog pleistocena u zapadnoj Euroaziji. Prema Masini i Lovari (1988.) na početku ledenog doba razdoblja Würm postojale su dvije vrlo srodne vrste iberiska (*Rupicapra pyrenaica*) i sjeverna divokoza (*R. rupicapra*). Kako je ovo razdoblje završilo pred 10 000 godina (Šegota, 1966.) kao početak razdoblja naseljavanja (kolonizacije) ove vrste na području Risnjaka je uzeto



10 000 godina prije nove ere. Jasno, brojka je okvirna i isključivo služi za izračun varijabilnosti u duljini kuka između lokaliteta.

Od krupne divljači, osim divokoze, u lovištu obitavaju srna obična (*Capreolus capreolus*), jelen obični (*Cervus elaphus*), divlja svinja (*Sus scrofa*), te sve tri vrste krupnih predatora – smeđi medvjed (*Ursus arctos*), vuk (*Canis lupus*) i euroazijski ris.

### **3.1.2. Temeljne značajke lokaliteta Biokovo**

S Biokova su trofejni listovi sakupljeni s područja sadašnjeg lovišta XVII/1 „BIOKOVO“. Naime, u proteklom razdoblju do 1990. u granicama sadašnjeg lovišta gospodarila su tri lovačka društva. Južnim dijelom, koji je pripadao Makarskoj gospodarilo je lovačko društvo „Biokovo“ Makarska, sjevernim dijelom općine Imotski gospodarilo je Lovачko društvo „Zagvozd“, a manjim, sjeverozapadnim, dijelom lovišta Lovачko društvo „Kozica“. Od 1995. kada je ustanovljeno državno lovište XVII/1 „BIOKOVO“, do 31. ožujka 2003. lovištem je gospodarila tvrtka „Lovno gospodarstvo Biokovo“, a od 1. travnja 2003. lovištem gospodare „Hrvatske šume“ UŠP Split, odnosno Šumarija Makarska.

Šezdesetih godina zbog opadanja interesa za stočarenje i postepene depopulacije stanovništva s Biokova, lovci Makarske dolaze na ideju da masiv nasele krupnom divljači. Zatražena je pomoć od Instituta za šumarska i lovna istraživanja u Zagrebu, koji je 1961. godine načinio studiju, bonitirajući biokovski masiv za divokoze, muflone i srneću divljač (Anon., 2005.). Studiju su radili naši poznati stručnjaci Dr. Oto Röhr i Dr. Zvonko Car. Ocjenom bonitetnih uvjeta došlo se do podataka da Biokovo spada u dobar bonitetni razred (cca 4 000 ha) s mogućnošću uzgoja od 6 do 10 grla na 100 ha lovne površine u jesenskom fondu.

Za naseljavanje se odabire matično krdo iz najbližih i po uvjetima najsličnijih planina Prenja i Čvrsnice i 31. listopada 1964. godine dopremaju se prvi primjerci divokoza obaju spolova, uhvaćeni mrežama u lovištu Prenja i Čvrsnice i puštaju u lovište i masiv Biokova iznad sela Veliko Brdo kod Makarske u slobodan prostor. Drugo ispuštanje divokoza izvršeno je 20. studenoga iste godine, a grla se ispuštaju na istom mjestu. Dana 26. studenoga 1964. godine akciji se pridružuje Savez lovačkih

društava općine Imotski i puštaju u Biokovski masiv sa zagorske strane na prijevoju Turija 5 grla divokoza od čega 3 divokoze i 2 divojarca.

Makarani nisu stali na ovim prvim nabavkama već nastavljaju u 1965. i 1967. godini unositi novu divljač - divokoze za Biokovsko lovište. U ovom razdoblju u lovište Biokova s Makarske - primorske strane, pušteno je u lovište i masiv Biokova kako slijedi:

1. 31. listopada 1964. ....	7 grla 3 : 4 (jarci : koze)
2. 20. studenoga 1964.....	7 grla 2 : 5
3. 24. rujna 1965.....	6 grla 0 : 6
4. 03. listopada 1967. ....	2 grla 0 : 2
5. 10. listopada 1967. ....	3 grla 1 : 2
6. 20. veljače 1968. ....	5 grla 1 : 4
7. 10. listopada 1969. ....	6 grla 1 : 5
8. 23. listopada 1969. ....	6 grla 2 : 4

---

Ukupno.....	42 grla 10 : 32
-------------	-----------------

Sa zagorske strane Savez lovačkih društava općine Imotski 26. studenoga 1964. ispušteno je 6 grla (2 : 4) pri čemu je jedna ženka odmah uginula). Dakle, sveukupno ispušteno u Biokovo 47 grla od čega 35 divokoza i 12 divojaraca.

Do 1977. godine nije vršen odstrjel (trofeji skupljeni prije te godine predstavljaju uginule jedinke) želeći da se postigne što brže popunjavanje željenog brojnog stanja, koje je te godine već naraslo na cca 500 grla. Godine 1976. prvi puta se vrši probni odstrjel.

Nažalost, zbog naglog razvoja izletničkog turizma, u posljednjim godinama u parku prirode Biokovo i velikog broja posjetitelja posebno u tijeku turističke sezone, preko 20 000 vozila i 70 000 pa i više tisuća posjetitelja, stanišni uvjeti, posebno mir u lovištu, su pogoršani, a time i bonitetna vrijednost ukupnog lovišta odnosno značajnije su smanjene lovnoproduktivne površine za uzgoj divokoza. Nadalje, jedan od glavnih ograničavajućih čimbenika rasta populacije divokoze je vuk. Analiza sadržaja vučjeg izmeta s područja Biokova je pokazala kako divokoza čini oko 30 % prehrane vuka (Anon., 2005.).

Područje se prostire od 288 do 1 762 m nadmorske visine. Iako je od mora udaljeno oko 3 km, na njegovim primorskim padinama još uvijek je izražen utjecaj

sredozemne klime. Veći dio prostora zauzimaju otvoreni tereni (kamenjare, travnjaci). Budući da se radi o području vapnenca izražena je nestašica vode.

Kasnije je na područje unesen i europski muflon. Naseljavanje srne obične nije dalo dobre rezultate te se kasnije i odustalo od uzgoja srneće divljači. Divlja svinja se nagonski naselila od 1987. godine. Stoga danas od ostalih vrsta krupne divljači na području obitava europski muflon i divlja svinja, a od krupnih predatora smeđi medvjed i vuk.

### **3.1.3. Temeljne značajke lokaliteta Velebit**

Prve divokoze (10 grla od kojih je jedno jare stradalo prve zime u Brisnicama) naseljene su u lovište sjevernog Velebita 1974. godine (predjel Veliki Lom, Šumarija Krasno). Porijeklom su s planina Prenj i Čvrstica u Hercegovini. Ispuštane su u kasnu jesen u vrlo lošim vremenskim uvjetima pa su rezultati napućivanja bili loši. Drugo vrlo uspješno napućivanje obavljeno je 1978. godine kad je ispušteno 5 divokoza iz Kamniških Alpa (revir Konc, područje Belo – Kamniška Bistrica). Iz ova dva napućivanja divokoze su se stacionirale na dva šira lokaliteta: područje Veliki Rajinac, Hajdučki i Rožanski kukovi i Kozjak i na područje koje gravitira Primorju: Babrovača, Budin, Lisac i Struge. Rezimirajući genezu ispuštanja divokoze na Velebit razvidno je kako se radi o križancima između alpske i balkanske divokoze (hibridna populacija).

Budući da se najbrojnije kolonije divokoze na Velebitu nalaze u dva lovišta s područja Velebita trofejni listovi su sakupljeni iz državnih lovišta IX/6 „JABLANAC“ (5 877 ha) i IX/17 „SVETI JURAJ“ (7 824 ha). Lovišta se nadovezuju jedno na drugo, a prostiru se na primorskim padinama Velebita.

Na području lovišta „JABLANAC“ prije 1996. godine (prije formiranja državnog lovišta IX/6 „JABLANAC“) kao i na širem području, s divljači je gospodarilo lovačko društvo „Divokoza“ Jablanac. Društvo je osnovano 1954. godine i gospodarilo je lovištem ploštine 9 518 ha. Za takvo formirano lovište izrađena je i odobrena LGO-a na temelju koje su donášani godišnji planovi. Tim planovima uglavnom je predviđan trajni lovostaj gotovo za sve gospodarske vrste divljači koje obitavaju u lovištu, a brojno stanje im je uglavnom bilo ispod biološkog minimuma. Legalni odstrjel za krupnu divljač, a poglavito za divokozu nije prikazivan. Mnogo

krupne divljači stradalo je u krivolovu koji je bio posljedica slabe kontrole i loše prometne infrastrukture (Anon., 2006.). Od novog ustroja lovišta do danas istim gospodari tvrtka „Šljuka“ d.o.o. iz Omišlja. Lovištem „SVETI JURAJ“ od ustroja do danas gospodari Lovačka udruga „Jarebica“ iz Senja (Krapinec, 2010.). U oba lovišta se odstrjel divokoze prodaje u sklopu komercijalnog lova.

Za razliku od područja Risnjaka, ovdje je izražena oskudica vodom tijekom ljetnih mjeseci. Otvorenih površina, isto tako, ima relativno malo (oko 30 %), međutim, na šumskim površinama dominiraju šikare. Iako se i ovdje područje prostire od 0 do 1 200 m nadmorske visine, divokoza uglavnom obitava na područjima iznad 500 m nadmorske visine. Za razliku od lokaliteta Risnjak, na ovome je lokalitetu, u području obitavanja divokoze izraženiji utjecaj sredozemne klime.

Od krupne divljači, osim divokoze, u području obitavaju: srna obična, jelen lopatar (*Dama dama*), europski muflon (*Ovis gmelini musimon*) i divlja svinja, a nazočna su i sva tri krupna predatora – smeđi medvjed, vuk i euroazijski ris.

### 3.2. IZVORI KLIMATSKIH PODATAKA I STATISTIČKE ANALIZE

Podaci o percentilnim odstupanjima uzeti su iz publikacije Državnog hidrometeorološkog zavoda „Prikazi“, koja predstavlja godišnje izvješće praćenja i ocjene klime (Katušin, 1998.; 1999.; 2000.; 2001.; 2002.; 2003.; 2004.; 2005.; 2006.; 2007.; 2008.; 2009.; 2010.; 2011.; Pandić i Likso, 2012.). Postupak ocjene je uobičajen, upotrebom modificirane Conrad-Chapmanove metode koja daje na temelju **odstupanja od normalnog tridesetgodišnjeg niza od 1961. do 1990. godine.**

Percentili predstavljaju procjenu vjerojatnosti (izraženu u %) da odgovarajuća vrijednost anomalije u promatranom razdoblju nije bila nadmašena. Na primjer, percentil 98 ukazuje da u 98 % slučajeva prethodnih godina odgovarajuća vrijednost nije prekoračena, tj. da se u stogodišnjem razdoblju mogu očekivati samo dvije godine u kojima će opažena vrijednost biti viša od razmatrane. Pomoću percentila (P) može se procijeniti povratni period T (u godinama) iz relacije:

$$T = 100/P \text{ ako je } P < 50$$

$$T = 100/100 - P \text{ ako je } P > 50$$

Na primjer, ako je  $P = 2 \%$ , a  $T = 50$  godina znači za percentil 2% vjerojatnost je da će se ta temperatura javiti dva puta u 100 godina ili jedanput u 50 godina.

Na temelju napravljene ocjene izrađuju se karte klimatskih anomalija (odstupanja od srednjih normalnih tridesetogodišnjih vrijednosti) za Hrvatsku i isertavaju područja ocjene klimatskih elemenata prema razredima. Te su ocjene jedini način koji na temelju podataka daje točan smještaj pojedinog razdoblja u odnosu na dugogodišnje prosječne vrijednosti. Potrebne su zbog toga jer se neki put donose zaključci o određenim razdobljima prema nekim sporednim utjecajima i subjektivnim mjerilima.

Na kartama anomalija uz svaku postaju napisana su dva broja. Gornji broj označava odstupanje od višegodišnjeg srednjaka za temperaturu u °C i % za oborinu, a donji broj percentile prema kojima se postaja svrstava u odgovarajući razred.

Gornji broj omogućuje da unutar svake klase detaljnije uočimo odstupanje od srednjaka, jer npr. unutar klase normalno, koja obuhvaća 50 percentila, mogu postojati područja s višom ili nižom temperaturom ili količinom oborina, u odnosu na dugogodišnji prosjek. Takve detaljne analize mogu se napraviti za sve spomenute klase klasifikacije. Pošto klasa normalno obuhvaća 50% podataka, radi detaljnije

ocjene za tu je klasu uvijek spomenuto je li vrijednost iznad prosjeka ili ispod prosjeka.

Prema zaključku s XIII. sjednice Komisije za klimatologiju Svjetske meteorološke organizacije (studeni 2001.), normalni je niz 1961.—1990. u upotrebi za opće usporedbe, i to do završetka sljedećeg normalnog niza 1991.—2020., znači do 2021. godine. Percentili se razvrstavaju na sljedeće kategorije:

Za temperature percentili:

- ✓ ekstremno hladno < 2
- ✓ vrlo hladno 2 - 9
- ✓ hladno 9 - 25
- ✓ normalno 25 - 75
- ✓ toplo 75 - 91
- ✓ vrlo toplo 91 - 98
- ✓ ekstremno toplo > 98

Za oborine percentili:

- ✓ ekstremno sušno < 2
- ✓ vrlo sušno 2 - 9
- ✓ sušno 9 - 25
- ✓ normalno 25 - 75
- ✓ kišno 75 - 91
- ✓ vrlo kišno 91 - 98
- ✓ ekstremno kišno > 98

Već je napomenuto kako se u spomenutim biltenima nalaze karte percentila. Te su karte prekopirane iz biltena te u programu ArcGIS 9.2 geokodirane kako bi mogle poslužiti kao podloga. Na tu su podlogu za određeno razdoblje i godinu preklapani poligoni istraživanih lovišta i svakom lovištu u određenoj godini pridruživana percentilna vrijednost za temperaturu i padaline.

Podaci o percentilima prije 1997. godine su prema navedenoj metodologiji izračunati iz klimatskih podataka meteoroloških postaja Crni Lug i Risnjak (lokalitet Risnjak), Zavižan (lokalitet Velebit) i Sveti Jure (lokalitet Biokovo).

Pri izboru modela duljina kuka je korištena kao zavisna varijabla, dok su kao nezavisne varijable (pretkazivači) korišteni:

- ✓ dob grla,
- ✓ broj godina koji je protekao od ispuštanja divokoza do godine jarenja (lokaliteti Velebit – 1974. i Biokovo – 1964.) te
- ✓ percentili temperature i oborina u proljeće, ljeto, jesen i zimu. U izračunu modela varijabilnosti su kod percentila tijekom zime korišteni podaci za zimu prije jarenja, a ne poslije. Razlog tome je bio pokušati istražiti utjecaj klimatskih prilika koje su vladale u razdoblju neposredno prije jarenja (prosinac, siječanj i veljača).

Problem ovakvog računanja percentila je što se kod AIC analize mogu koristiti modeli koji predstavljaju zbroj pojedinih varijable, a ne interakcija. Na primjer, iz prijašnjeg prikaza utjecaja klime može se vidjeti da na divlje životinje negativan utjecaj imaju kombinacije negativnih ili pozitivnih klimatskih ekstrema kao što su hladno i vlažno, odnosno vruće i suho vrijeme. Stoga u analizi nisu korišteni umnošci percentila (interakcija).

U analizi i izboru modela je korišten Akaike Information Criterion (AIC, Burnham i Anderson, 2002.). Izbor modela je uslijedio ukoliko je  $\Delta AIC < 2$  jedinice. Isto tako je računana i Akaike-ova težina ( $w_i$ ), koja predstavlja vjerojatnost da je model najbolji među ostalim uspoređivanim modelima. Temeljna postavka AIC analize jest da se neka pojava (zavisna varijabla) treba opisati sa što manje nezavisnih varijabli (pretkazivača). Pri tome je najpovoljniji model onaj s najnižom AIC vrijednosti.

Nakon što je izabran najbolji model izvršeno je testiranje normaliteta i rađena je višestruka regresija, ali samo jedan model u klasi broja prediktora (npr. ako je najznačajniji pretkazivač dob, godine protekle od kolonizacije i jedan od percentila tada se daje model višestruke regresije za onaj model koji ima najviši koeficijent višestruke determiniranosti ( $R^2$ ). Isto vrijedi ako je AIC analiza pokazala da postoje modeli s dva, tri, četiri i više pretkazivača – uzima se onaj model s konkretnim brojem pretkazivača koji daje najviši  $R^2$ .

Za ispitivanje normaliteta distribucije korišten je Kolmogorov-Smirnov test. Za testiranje ovisnosti pojedinih tjelesnih parametara o dobi korištena je korelacijska analiza, u slučajevima kada su parametri pokazivali normalnu distribuciju, odnosno Spearman-ovu korelaciju ranga ( $R_s$ ) u slučaju kada distribucija podataka nije bila normalna.

Podaci su obrađeni u programskom paketu Statistica 13.4.014 TIBCO Software Inc., 2018.).

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. UTJECAJ OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA DULJINU KUKA

U slučaju kada bi se varijabilnost duljine kuka koristila za sve modele zajedno, tada postoje razlike utjecaja između spolova, no kod jaraca su te povezanosti daleko slabije (AIC se kreće od 1 753,35 do 1 755,53) nego kod koza (AIC se kreće od 981,24 do 983,22). Generalno, kod oba spola u svih izabranih 9 modela (kada je  $\Delta AIC < 2$ ) dominantan utjecaj na duljinu kuka ima dob grla.

*Tablica 3.* Izbor modela varijabilnosti duljine kuka divokoze sveukupno za sve lokalitete, s obzirom na spol

RB	JARCI				KOZE			
	Model	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$	Model	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$
1.	dob + godine od unašanja	1753,35	0,00	0,05	dob	981,24	0,00	0,05
2.	dob	1754,31	0,96	0,03	dob + perc_temp_ljeto	982,13	0,88	0,03
3.	dob + godine od unašanja + perc_temp_ljeto	1754,53	1,18	0,03	dob + perc_temp_proljeće	982,48	1,24	0,03
4.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima	1755,00	1,65	0,02	dob + perc_temp_jesen	982,87	1,63	0,02
5.	dob + godine od unašanja + perc_temp_jesen	1755,09	1,75	0,02	dob + godine od unašanja	982,94	1,70	0,02
6.	dob + godine od unašanja + perc_obor_ljeto	1755,21	1,86	0,02	dob + perc_obor_ljeto	983,10	1,86	0,02
7.	dob + godine od unašanja + perc temp proljeće	1755,29	1,94	0,02	dob + perc_obor_jesen	983,16	1,92	0,02
8.	dob + godine od unašanja + perc_obor proljeće	1755,32	1,97	0,02	dob + perc_obor_proljeće	983,17	1,93	0,02
9.	dob + godine od unašanja + perc_obor_jesen	1755,33	1,98	0,02	dob + perc_temp_zima	983,22	1,97	0,02

Međutim, iz *Tablice 3.* jasno se može uočiti kako je u pojedinim modelima utjecaj ostalih varijabli jako ovisan o spolu. Kod jaraca osim dobi jak utjecaj ima vremensko razdoblje proteklo od kolonizacije divokoze i taj je parametar, kao i dob, nazočan u svim modelima iz *Tablice 3.* No, u slučaju muškog spola ovaj je utjecaj



obje varijable najizraženiji ( $\Delta AIC=0,00$ ;  $w_i=0,05$ ), dok je kod koza na 5. mjestu ( $\Delta AIC=1,70$ ;  $w_i=0,02$ ). Od ostalih utjecaja se, kod jaraca, kao treća varijabla pojedinih modela javljaju još temperaturne anomalije tijekom ljeta (model 3.), zime (model 4.), jeseni (model 5.) i proljeća (model 7.). U slučaju oborina, na duljinu kuka imaju signifikantan utjecaj percentili za ljeto (model 6.), proljeće (model 8.) i jesen (model 9.), odnosno odstupanja u količini oborina tijekom zime prije jarenja nije izražen.

Kod koza je utjecaj dobi na duljinu kuka najizraženiji ( $\Delta AIC=0,00$ ;  $w_i=0,05$ ), a ostali čimbenici imaju isti utjecaj na duljinu kuka kao i kod jaraca. S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila slijedeća:

➤ Jarci

- ✓  $l = 22,226 + 0,264 \times dob - 0,00011 \times god\_unos$ ; ( $R^2=0,1918$ )
- ✓  $l = 22,135 + 0,267 \times dob$ ; ( $R^2=0,1677$ )
- ✓  $l = 21,886 + 0,276 \times dob - 0,00013 \times god\_unos + 0,00496 \times perc\_temp\_ljeto$ ; ( $R^2=0,1980$ )

➤ Koze

- ✓  $l = 18,92189 + 0,396 \times dob$ ; ( $R^2=0,3174$ )
- ✓  $l = 19,388 + 0,392 \times dob - 0,0072 \times perc\_temp\_ljeto$ ; ( $R^2=0,3249$ )

Iz gornjih modela višestruke regresije je vidljivo kako je varijabilnost duljina kuka kod koza daleko bolje objašnjena korištenim parametrima od iste veličine u jaraca. Tako dob, sama za sebe objašnjava svega 17 % varijabilnosti kod jaraca ( $R^2=0,1677$ ), a 32 % ( $R^2=0,3174$ ) varijabilnosti kod koza. Dob i godine potekle od kolonizacije definiraju 19 % varijabilnosti kod jaraca ( $R^2=0,1918$ ), dok dob, godine protekle od kolonizacija i percentili u temperaturi tijekom ljeta definiraju 20 % varijabilnosti ( $R^2=0,1980$ ). Kod koza dob i percentili u temperaturi tijekom ljeta definiraju čak 32 % varijabilnosti duljine kuka ( $R^2=0,3249$ ). Zanimljiv je odnos, odnosno utjecaj percentila temperature zraka s obzirom na spol. Naime, kod jaraca ljetni temperaturni percentili imaju pozitivan učinak na rast kuka, a kod koza negativan. U konačnici to znači da toplija ljeta tijekom jarenja pogoduju mužjacima, a hladnija ljeta ženkama. Ovakvu jer razliku u djelovanju dosta teško protumačiti.

Tablica 4. Izbor modela varijabilnosti duljine kuka divokoze na lokalitetu Risnjak, s obzirom na spol

RB	JARCI				KOZE			
	Model	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$	Model	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$
1.	dob	101,24	0,00	0,04	dob	59,76	0,00	0,03
2.	perc_temp_proljeće	102,30	1,07	0,02	perc_temp_ljeto	60,60	0,84	0,02
3.	perc_temp_jesen	102,71	1,48	0,02	perc_obor_ljeto	60,92	1,16	0,02
4.	perc_obor_jesen	102,84	1,61	0,02	perc_temp_zima	60,95	1,19	0,02
5.	perc_obor_ljeto	102,87	1,64	0,02	perc_obor_proljeće	61,04	1,27	0,02
6.	dob + perc_temp_jesen	102,88	1,64	0,02	perc_obor_jesen	61,13	1,37	0,02
7.	dob + perc_temp_proljeće	102,94	1,70	0,02	perc_obor_zima	61,19	1,43	0,02
8.	perc_obor_proljeće	102,96	1,72	0,02	perc_temp_proljeće	61,22	1,46	0,02
9.	perc_obor_zima	102,96	1,72	0,02	perc_temp_jesen	61,23	1,47	0,02
10.	perc_temp_ljeto	103,02	1,78	0,02	dob + perc_obor_proljeće	61,33	1,56	0,02
11.	perc_temp_zima	103,05	1,81	0,02	dob + perc_temp_zima	61,34	1,57	0,02
12.	dob + perc_obor_zima	103,11	1,87	0,02	dob + perc_temp_ljeto	61,46	1,70	0,01
13.	dob + perc_obor_proljeće	103,11	1,88	0,01	perc_temp_ljeto + perc_temp_zima	61,52	1,76	0,01
14.	dob + perc_obor_ljeto	103,15	1,91	0,01	dob + perc_obor_ljeto	61,60	1,84	0,01
15.	dob + perc_obor_jesen	103,22	1,99	0,01	dob + perc_obor_zima	61,67	1,91	0,01
16.					dob + perc_obor_jesen	61,68	1,92	0,01
17.					dob + perc_temp_proljeće	61,72	1,96	0,01

S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila slijedeća:

➤ Jarci

✓  $l = 19,278 + 0,520 \times \text{dob}; (R^2=0,1870)$

✓  $l = 20,120 + 0,521 \times \text{dob} - 0,015 \times \text{perc\_temp\_jesen}; (R^2=0,2065)$

➤ Koze

✓  $l = 18,814 + 0,344 \times \text{dob}; (R^2=0,2577)$

✓  $l = 19,9922 + 0,365 \times \text{dob} - 0,028 \times \text{perc\_obor\_ proljeće}; (R^2=0,3125)$

Iz predstavljenih modela za Risnjak ponovno se može vidjeti kako je kod koza varijabilnost moguće procijeniti nešto bolje. Naime, samo pomoću dobi je moguće procijeniti 19 % ( $R^2=0,1870$ ) varijabilnosti kod jaraca i 26 % ( $R^2=0,2065$ ) varijabilnosti kod koza. Međutim, kao i na lokalitetu Biokovo pronađen je negativan utjecaj temperature zraka u jesen (što su jeseni u godini jarenja hladnije to je prirast

kuka u jaraca viši), odnosno oborina u proljeće (što su proljeća u godini jarenja suša to je prirast kuka u koza viši). No, pomoću dobi i percentila temperature zraka u jesen je kod jaraca moguće dobiti 1 % bolju procjenu nego samo pomoću dobi ( $R^2=0,2065$ ), a kod koza je mogućnost procjene poboljšana a čak 5 % ( $R^2=0,3125$ ), ako se osim dobi u procjeni koriste i percentili oborina u proljeće u godini jarenja.

Na lokalitetu Risnjak u izračunu modela procjene varijabilnosti kao varijabla nije uzeto vremensko razdoblje proteklo od kolonizacije jer se smatra kako je tamo divokoza nazočna konstantno. Za razliku od globalnih modela procjene i procjene na razini lokaliteta Biokovo, dobivene vrijednosti AIC-a su na lokalitetu Risnjak daleko niže, odnosno procjena je točnije (*Tablica 4.*). Kod oba spola dob je na prvome mjestu u procjeni duljine kuka. Međutim, za razliku od prethodnih slučajeva kao samostalni pretkazivači u oba spola se mogu koristiti percentili temperature u proljeće i jesen te percentili oborina u jesen i ljeto (kod jaraca) te gotovo svi korišteni percentili kod procjene duljine kuka u koza.

Kod analize modela procjene varijabilnosti duljine kuka na razini svakog lokaliteta zasebno rezultati su dosta specifični. Na lokalitetu Biokovo (*Tablica 5.*) dob, sama za sebe, objašnjava varijabilnost duljine kuka ( $\Delta AIC=0,00$ ;  $w_i=0,05$ ). Međutim, kod koza je dob kao zaseban čimbenik predviđanja tek na 5. mjestu ( $\Delta AIC=1,43$ ;  $w_i=0,02$ ).

S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila slijedeća:

➤ Jarci

✓  $l = 21,833 + 0,296 \times dob$ ; ( $R^2=0,2049$ )

✓  $l = 22,353 + 0,277 \times dob - 0,024 \times god\_unos$ ; ( $R^2=0,2184$ )

➤ Koze

✓  $l = 18,849 + 0,485 \times dob - 0,015 \times perc\_temp\_ljeto$ ; ( $R^2=0,4082$ )

✓  $l = 19,593 + 0,472 \times dob - 0,0190 \times perc\_temp\_ljeto - 0,011 \times perc\_obor\_proljeće$ ; ( $R^2=0,4204$ )

✓  $l = 19,969 + 0,465 \times dob - 0,016 \times perc\_temp\_ljeto - 0,012 \times perc\_obor\_proljeće - 0,009 \times perc\_temp\_jesen$ ; ( $R^2=0,4258$ )

Tablica 5. Izbor modela varijabilnosti duljine kuka divokoze na lokalitetu Biokovo, s obzirom na spol

RB	JARCI				KOZE			
	Model	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$	Model	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$
1.	dob	1333,22	0,00	0,05	dob + perc_temp_ljeto	740,11	0,00	0,04
2.	dob + godine od unašanja	1333,95	0,73	0,03	dob + godine od unašanja	740,72	0,61	0,03
3.	dob + perc_temp_jesen	1334,61	1,39	0,02	dob + perc_temp_ljeto + perc_obor_proljeće	740,81	0,70	0,03
4.	dob + perc_temp_zima	1334,88	1,66	0,02	dob + perc_temp_ljeto + perc_temp_jesen	741,53	1,42	0,02
5.	dob + perc_temp_proljeće	1335,05	1,83	0,02	dob	741,54	1,43	0,02
6.	dob + perc_temp_ljeto	1335,13	1,92	0,02	dob + godine od unašanja + perc_temp_ljeto	741,62	1,51	0,02
7.	dob + perc_obor_zima	1335,19	1,97	0,02	dob + perc_temp_ljeto	741,87	1,76	0,01
8.					dob + perc_temp_ljeto + perc_temp_jesen + perc_obor_proljeće	742,01	1,90	0,01
9.					dob + perc_temp_ljeto + perc_obor_jesen	742,02	1,91	0,01
10.					dob + perc_temp_ljeto + perc_obor_ljeto	742,09	1,98	0,01
11.					dob + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto	742,11	1,99	0,01

Za razliku od koza, na koje temperaturne i oborinske anomalije imaju znatan utjecaj, na jarce je on manji od utjecaja godina koje su prošle od kolonizacija lokaliteta. Samo pomoću dobi je moguće procijeniti 20 % varijabilnosti ( $R^2=0,2049$ ), a pomoću dobi i godina unosa 22 % ( $R^2=0,2184$ ). Kod koza je mogućnost procjene varijabilnosti u duljini kuka daleko viša. Tako je na temelju dobi i temperaturnih odstupanja tijekom ljeta moguće procijeniti 41 % varijabilnosti ( $R^2=0,4082$ ). Na temelju dobi, temperaturnih odstupanja tijekom ljeta i oborinskih odstupanja tijekom proljeća je moguće procijeniti 42 % varijabilnosti ( $R^2=0,4204$ ), a na temelju tri parametra (dob, percentilna odstupanja tijekom ljeta i jeseni te oborinsko odstupanje tijekom proljeća) je moguće procijeniti 43 % varijabilnosti ( $R^2=0,4258$ ).

Ako se ovi modeli usporede sa zajedničkim modelima tada se može reći da na lokalitetu Biokovo za rast kuka u ženske jaradi, osim dobi (koja na rast kuka djeluje

pozitivno), više temperature zraka tijekom ljeta (čak i proljeća) djeluju negativno, a isto tako negativan utjecaj imaju suše u jesen.

*Tablica 6.* Izbor modela varijabilnosti duljine kuka divokoze na lokalitetu Velebit, s obzirom na spol

RB	JARCI				KOZE			
	Model	AIC	$\Delta$ AIC	$w_i$	Model	AIC	$\Delta$ AIC	$w_i$
1.	dob	318,14	0,00	0,04	dob	183,20	0,00	0,03
2.	dob + perc_temp_ljeto	319,73	1,59	0,02	perc_obor_jesen	183,94	0,74	0,02
3.	dob + perc_obor_ljeto	319,83	1,69	0,02	godine od unašanja	184,18	0,98	0,02
4.	dob + perc_obor_proljeće	319,95	1,81	0,02	dob + perc_temp_proljeće	184,41	1,21	0,02
5.	dob + godine od unašanja	320,03	1,88	0,02	dob + perc_obor_proljeće	184,46	1,26	0,01
6.	dob + perc_obor_zima	320,04	1,90	0,02	dob + perc_obor_jesen	184,66	1,46	0,01
7.	dob + perc_temp_zima	320,06	1,92	0,02	perc_temp_jesen + perc_obor_jesen	184,70	1,51	0,01
8.	dob + perc_temp_jesen	320,13	1,99	0,02	dob + perc_temp_jesen	184,75	1,55	0,01
9.	dob + perc_temp_proljeće	320,13	1,99	0,02	dob + perc_temp_zima	184,87	1,67	0,01
10.					perc_obor_proljeće + perc_obor_jesen	184,89	1,69	0,01
11.					perc_obor_proljeće	185,05	1,85	0,01
12.					perc_temp_proljeće + perc_obor_jesen	185,10	1,90	0,01
13.					perc_temp_proljeće	185,15	1,95	0,01
14.					dob + perc_obor_zima	185,16	1,96	0,01
15.					dob + perc_obor_ljeto	185,16	1,96	0,01
16.					dob + godine od unašanja	185,18	1,98	0,01

Na lokalitetu Velebit je dob u oba spola relativno pouzdan pretkazivač varijabilnosti duljine kuka i jedino on se može koristiti kao samostalni prediktor (*Tablica 6.*). Međutim, za razliku od jaraca, kod koza se pri varijabilnosti kuka kao samo jedan pretkazivač mogu koristiti percentili oborina u jesen te godine protekle od kolonizacije. Osim toga, vremensko razdoblje proteklo od kolonizacije kod jaraca nije pouzdan pretkazivač duljine kuka, dok se kod koza može koristiti kao zaseban pretkazivač ili u kombinaciji s dobi – 16. model (*Tablica 6.*).

S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila slijedeća:

➤ Jarci

✓  $l = 22,912 + 0,288 \times dob; (R^2=0,2071)$

✓  $l = 21,012 + 0,337 \times dob - 0,018 \times perc\_temp\_ljetu; (R^2=0,2279)$

➤ Koze

✓  $l = 20,861 + 0,220 \times dob; (R^2=0,2008)$

✓  $l = 22,146 + 0,2206 \times dob - 0,019 \times perc\_temp\_proljeće; (R^2=0,2517)$

Za razliku od prethodna dva lokaliteta, na lokalitetu Velebit nema razlike u visini procjene varijabilnosti u duljine kuka s obzirom na dob između jaraca i koza, a ona iznosi 20 % ( $R^2=0,2071$ ; respektivno  $R^2=0,20081$ ). Isto tako su male razlike pri procjeni s dva pretkazivača (23 % jarci, ako se koriste dob i percentili temperature zraka u ljeto i 25 % koze, ako se koriste dobi i percentili temperature zraka u proljeće). Što se tiče jaraca, procjena varijabilnosti je otprilike ista kao i na prethodna dva lokaliteta, no kod koza je ona dosta niža.

Iako se, na generalnoj razini (svi lokaliteti zajedno), broj modela predviđanja varijabilnosti duljine kuka (u kojima je  $\Delta AIC < 2$ ), između spolova ne razlikuju (9 modela, *Tablica 3.*), na razini svakog lokaliteta je ova razlika dosta izražena. Na lokalitetu Biokovo je broj pouzdanih modela za jarce 7, a za koze 11, na lokalitetu Risnjak za jarce 15, a za koze 17 i na lokalitetu Velebit za jarce 9, a za koze čak 16, tako da je na ovom potonjem lokalitetu ta razlika u broju modela gotovo dvostruka.

Osim toga, za svaki spol zasebno, između lokaliteta također postoji velika razlika u broju pouzdanih modela. Kod jaraca je najmanje modela pronađeno na lokalitetu Biokovo (7), 9 modela je nađeno na lokalitetu Velebit i 15 modela na lokalitetu Risnjak. Pri tome svakako treba uočiti da je kod jaraca varijabilnost u duljini kuka moguće procijeniti s jednim do dva parametra.

Već je napomenuto kako zbog ograničenosti prostora u ovome diplomskom radu nije rađena višestruka regresija za sve kombinacije utjecaja (bilo bi potrebno naćiniti 93 jednaćbe što nema potrebe jer je unutar istog stupca za istu vrijednost Akaike-ovih težina ( $w_i$ ) procjena varijabilnosti ( $R_2$ ) ista. Stoga je, radi praktićnosti

prikaza i interpretacije (lakšeg tumačenja mehanizma međudjelovanja) načinjena klasična korelacijska analiza Spearman-ovim rank korelacijskim koeficijentom.

*Tablica 7. Povezanost svih istraživanih klimatskih podataka i duljine kuka ( $R_s$ ).*

Brojevi označeni crvenom bojom ukazuju na statistički značajnu ovisnost uz prag signifikantnosti  $p < 0,05$

KLIMATSKI PODACI	RISNJAK		BIOKOVO		VELEBIT	
	JARCI	KOZE	JARCI	KOZE	JARCI	KOZE
perc_temp_proljeće	0,228	-0,140	-0,020	-0,150	-0,095	-0,256
perc_temp_ljeto	0,042	-0,313	-0,036	-0,105	-0,156	-0,177
perc_temp_jesen	-0,158	-0,263	-0,093	-0,152	0,040	0,100
perc_temp_zima	0,001	-0,242	0,058	0,161	0,084	0,139
perc_obor_proljeće	-0,084	-0,050	-0,040	-0,075	0,098	0,299
perc_obor_ljeto	-0,263	0,236	-0,010	0,038	0,128	-0,210
perc_obor_jesen	0,164	-0,120	-0,018	-0,055	0,144	0,404
perc_obor_zima	-0,212	-0,150	-0,024	-0,073	-0,086	-0,184

Klimatski parametri, sami za sebe, na duljinu kuka imaju malen utjecaj (Tablica 7.). Na lokalitetu Risnjak ni jedna od testiranih klimatskih parametara (Spearman-ov rank korelacijski koeficijent) nije bio signifikantan. Na lokalitetu Biokovo kod jaraca je nađen samo negativan utjecaj između percentila temperature zraka u jesen i duljine kuka ( $R_s = -0,093$ ). Kod koza su to tri parametra – odstupanja u temperaturi zraka u proljeće ( $R_s = -0,150$ ), u jesen ( $R_s = -0,152$ ) i pozitivan utjecaj percentila temperature zraka zimi ( $R_s = 0,161$ ). Na lokalitetu Velebit kod jaraca nije nađena signifikantna povezanost, no kod koza je zabilježena u čak tri slučaja – odstupanja u temperaturi zraka u proljeće ( $R_s = -0,256$ ) te ponovo pozitivna povezanost između odstupanja u količini oborine tijekom proljeća ( $R_s = 0,299$ ) i jeseni ( $R_s = 0,404$ ). U Tablici 7. se može uočiti kako su ispitivane povezanosti u pojedinim slučajevima lokaliteta Risnjak i više od signifikantnih povezanosti na ostala dva lokaliteta, bez obzira radi li se o jarcima (percentili temperature u proljeće –  $R_s = 0,228$ ; percentili oborina tijekom zime –  $R_s = -0,212$ ) ili kozama (percentili temperature zraka ljeti –  $R_s = -0,313$ ; u jesen –  $R_s = -0,263$  ili zimi –  $R_s = 0,242$ ; odnosno percentili oborina tijekom ljeta –  $R_s = 0,236$ ). Uzrok nesignifikantnosti mogao bi biti relativno mala veličina uzorka lokaliteta Risnjak, no čini se kako bi na

ovom lokalitetu količina oborina tijekom zime i jeseni mogla imati određen negativan učinak na jarad. Slično bi se moglo zaključiti i kod koza na lokalitetu Velebit.

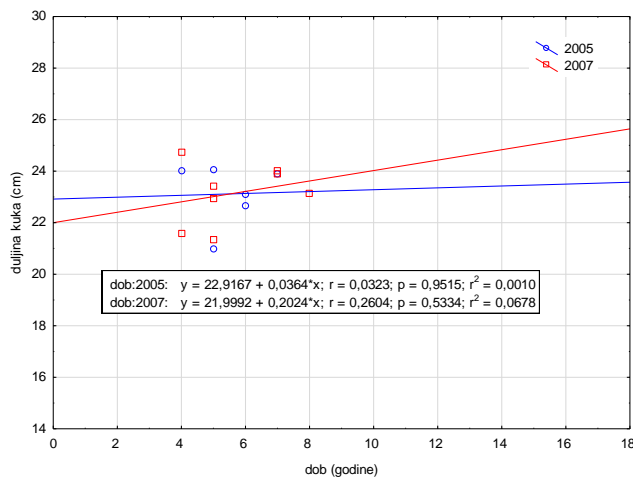
*Tablica 8.* Broj klimatskih parametara koji signifikantno utječu na duljinu kuka s obzirom na lokalitet i spol

Godišnje doba	RISNJAK				BIOKOVO				VELEBIT			
	JARCI		KOZE		JARCI		KOZE		JARCI		KOZE	
	TEM	OB	TEM	OB	TEM	OB	TEM	OB	TEM	OB	TEM	OB
PROLJEĆE	2	2	2	2	1	0	1	2	1	1	3	3
LJETO	1	2	3	2	1	0	8	1	1	1	0	1
JESEN	2	2	1	2	1	0	2	1	1	0	2	5
ZIMA	1	2	3	2	1	1	0	0	1	1	1	1
<b>UKUPNO</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>10</b>

Ukoliko se broj klimatskih parametara koji utječu na razvoj jaradi stavi u kombinaciju s dobi, godinama proteklim od kolonizacije područja te još jednim ili više klimatskih parametara (u pojedinim slučajevima i samostalno), tada i na lokalitetu Risnjak učinak klime na razvoj jaradi više nije zanemariv. Čak štoviše, oscilacije u temperaturi imaju ključnu ulogu u razvoju kuka u ukupno 15 slučajeva (6 kod jaraca i 9 kod koza), a kod oborinskih odstupanja u 16 slučajeva (8 kod jaraca i 8 kod koza). No, čini se kako je učinak svih parametara na razvoj kuka otprilike podjednak. Naime, na lokalitetu Biokovo, je utjecaj temperature i oborina na jarce vrlo malen, dok je najizraženiji utjecaj percentilnih odstupanja tijekom ljeta na ženku jarad (u čak 8 modela procjene varijabilnosti je uključen ovaj parametar). Slično kao i na lokalitetu Biokovo, na jarce je utjecaj klime na lokalitetu Velebit relativno malen. Međutim, kod koza ja vrlo izražen utjecaj oborinskih odstupanja tijekom jeseni.



## 4.2. REZULTATI ISPITIVANJA RAZLIKA U DULJINI KUKA MEĐU KOHORTAMA



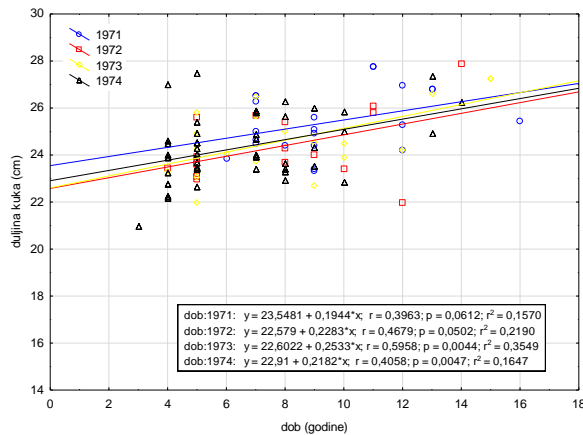
Slika 2. Razlike u duljini kuka među kohortama jaraca na lokalitetu Risnjak

Prilikom ispitivanja razlike u kohortama treba uočiti dva problema. Prvi je problem veličina uzorka po kohorti. Veći dio kohorti je bio predstavljen s jednim do dva uzorka, a na temelju toga se ne mogu napraviti usporedbe. Drugi je problem relativno niska dob odstreljenih jedinki pojedinih kohorti. Stoga su u analizu

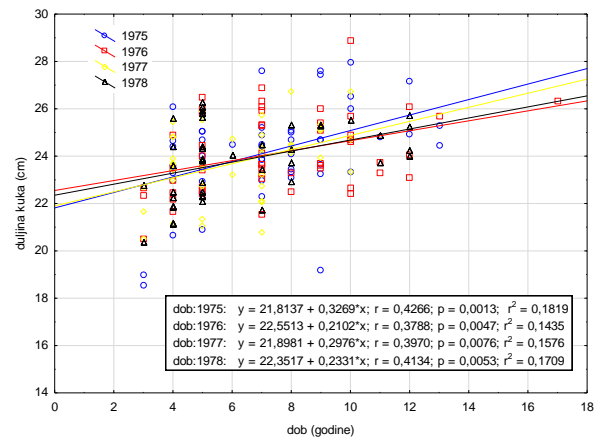
razlika uključene samo one kohorte koje su bile zastupljene s barem pet uzoraka. Relativno najniža zastupljenost kohorti je na lokalitetu Risnjak, osobito kod koza tako da kod ženskog spola nije bilo moguće načiniti usporedbu u duljini kuka. Stoga su u usporedbi sudjelovale samo kohorte u jaraca iz godina 2005. i 2007. Iako se iz Slike 2. može vidjeti kako postoji interakcija između kohorti (kohorta 2007 pokazuje kompenzacijski rast, odnosno ukazuje da je ožarena u „lošijoj godini“) nema statistički značajne povezanosti između dobi i duljine kuke pa se može pretpostaviti kako nema razlike u duljini kuka između kohorte 2005. ( $p = 0,9515$ ;  $R^2 = 0,0010$ ) i kohorte 2007 ( $p = 0,5334$ ;  $R^2 = 0,0678$ ).

Na lokalitetu Biokovo je, prema gore navedenim kriterijima moguće testirati 12 kohorti kod jaraca i kod koza (Slika 3. do 8.). Radi lakšeg snalaženja na svakoj slici su prikazani trendovi od po 4 kohorte. Ako se usporede Slike 3., 4. i 5. tada se može uočiti kako jedne od prvih generacija muške jaradi ne pokazuje razliku u kohortama, odnosno još uvijek nije izražen kompenzacijski rast (interakcija, Slika 3.). Međutim, već jarad ožarena 1975. godine pokazuje interakciju (Slika 4.;  $p < 0,05$ ;  $R^2 = 0,1819$ ) u odnosu na kohorte 1971. – 1974., ali i na kohorte 1976. i 1978. (Slika 4.). Dakle, otprilike 10 godina nakon ispuštanja počelo je dolaziti do učinka kohorte. Nakon 1975. godine još jednom je nađena interakcija na kohorti iz 1977., a nakon toga na kohorti 1980., odnosno 1981. (povezanost s dobi i duljinom kuke u ove kohorte je na rubu signifikantnosti –  $p = 0,0545$ ;  $R^2 = 0,0963$ ; Slika 5.). Iz Slike 5

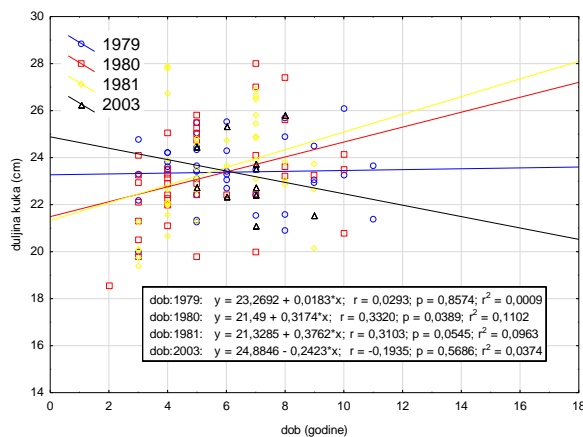
može se uočiti i negativna ovisnost između dobi i duljine kuke za kohortu 2003. no uzrok tome bi moglo biti ili pogreška u procjeni dobi ili velika genetska razlika između grla unutar te kohorte.



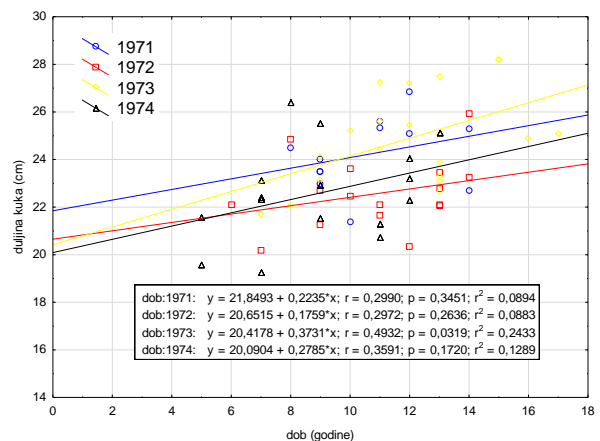
Slika 3. Razlike u duljini kuka među kohortama jaraca 1971. – 1974. na lokalitetu Biokovo



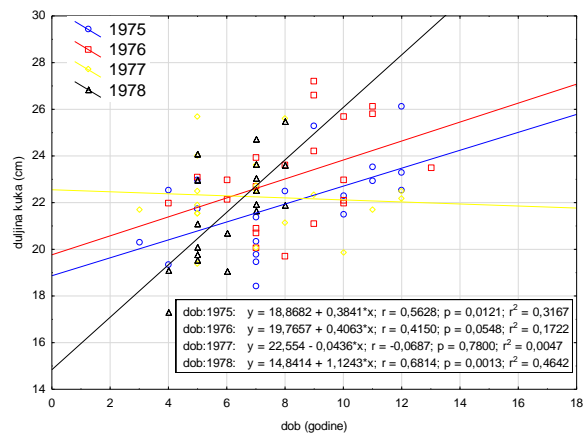
Slika 4. Razlike u duljini kuka među kohortama jaraca 1975. – 1978. na lokalitetu Biokovo



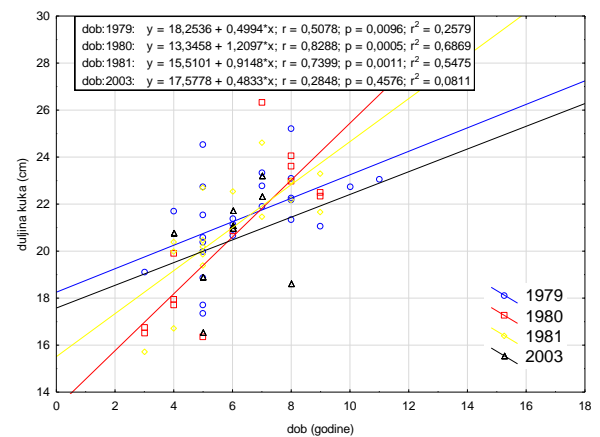
Slika 5. Razlike u duljini kuka među kohortama jaraca 1979. – 1980. i 2003. na lokalitetu Biokovo



Slika 6. Razlike u duljini kuka među kohortama koza 1971. – 1974. na lokalitetu Biokovo



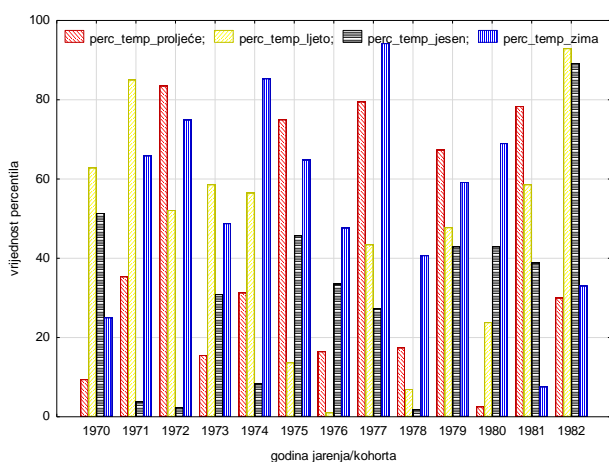
Slika 7. Razlike u duljini kuka među kohortama koza 1975. – 1978. na lokalitetu Biokovo



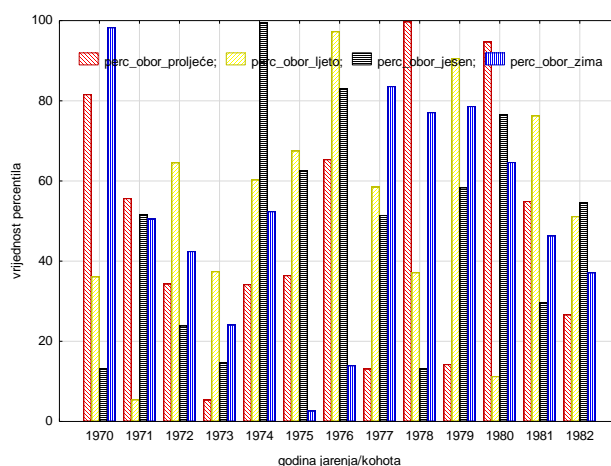
Slika 8. Razlike u duljini kuka među kohortama koza 1979. – 1980. i 2003. na lokalitetu Biokovo

Kod koza s Biokova, svojevrsno „raslojavanje“ je počelo još i prije, odnosno kod kohorte iz 1973. godine (*Slika 6.*). Nakon toga je za koze uslijedilo relativno ujednačeno meteorološko razdoblje, tako da se idući nepovoljni utjecaj javlja tek 1978. Međutim, nakon 1975. godine kod koza je na lokalitetu Biokovo izražena interakcija, odnosno razlika u duljinskom prirastu kuka iz godine u godinu, što se može vidjeti na *Slici 7.* i *8.* Ovo ide u prilog tezi iznesenoj u prošlom poglavlju, kako su koze osjetljivije na promjene u staništu, a osobito na oscilacije u klimatskim prilikama.

U prilog ovoj tezi idu *Slike 9.* i *10.* Primjerice u tijekom 1980. su zabilježena relativno hladno proljeće i ljeto te normalno topla jesen i zima (*Slika 9.*) u kombinaciji s kišnim proljećem, suhim ljetom i normalnom jeseni i zimom (*Slika 10.*). Iduće godine (1981.) vladali su potpuno suprotni uvjeti toplo proljeće, normalno toplo ljeto i jesen te hladna zima u kombinaciji s normalno kišnim proljećem, jeseni i zimom te kišnim ljetom, a trend te kohorte je sličan s trendom kohorte neposredno prije nje. Zanimljiva je usporedba kod koza. Već je rečeno da je kohorta 1978. pokazala izrazit kompenzacijski rast (ispod prosječan prirast duljine kuke u mladosti). Te je godine bilo hladno proljeće i ljeto, izrazito hladna jesen i prosječno topla zima u kombinaciji vrlo kišnim proljećem i zimom te normalno kišnim ljetom i jeseni. Tri godine prije toga (1975.) je zabilježeno toplije proljeće, hladno ljeto te uobičajeno topla jesen i zima u kombinaciji s normalno kišnim proljećem i jeseni, kišnim ljetom i izrazito suhom zimom.

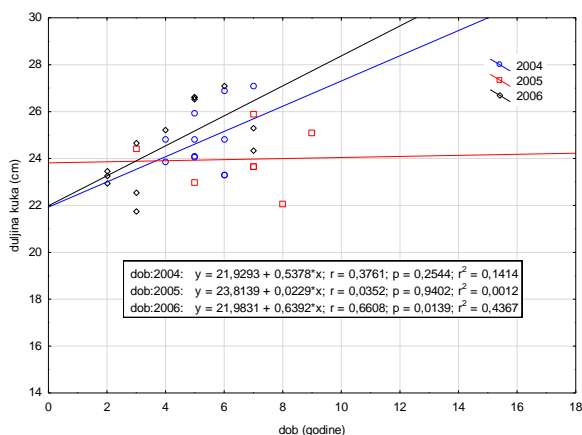


*Slika 9.* Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Biokovo

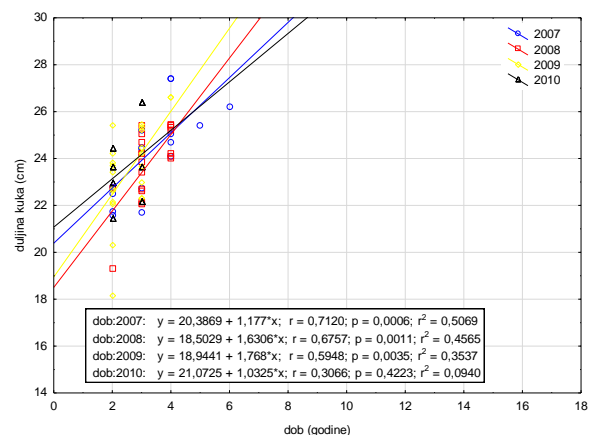


*Slika 10.* Kretanja percentila oborina na lokalitetu Biokovo

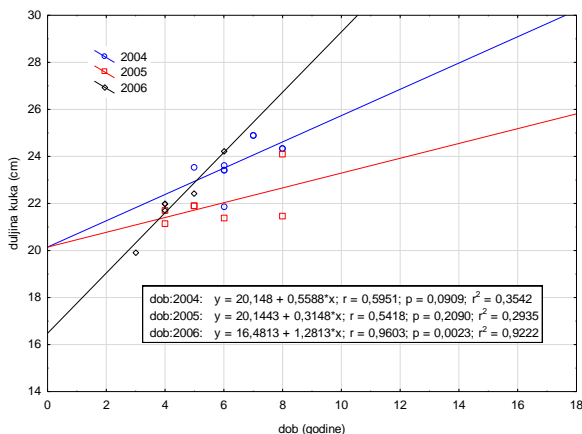
Još je veća razlika u kohortama na lokalitetu Velebit, a ona je čak izrazito naglašena i kod jaraca. Ako se usporede *Slika 11.* i *12.* tada se može uočiti da je skošenost pravaca kohorta 2007. – 2010. daleko veća od kohorti 2004. i 2006. Kod koza se kao osobito „loša“ kohorta ističe 2007. (*Slika 14.*), a nešto bolja 2006. (*Slika 14.*), dok ostale kohorte (2004.; 2005. i 2008.) pokazuju relativno dobar prirast „ranog“ roga.



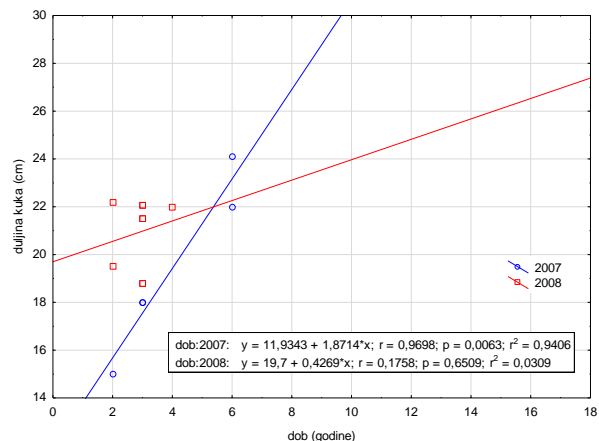
*Slika 11.* Razlike u duljini kuka među kohortama jaraca 2004. – 2006. na lokalitetu Velebit



*Slika 12.* Razlike u duljini kuka među kohortama jaraca 2007. – 2010. na lokalitetu Velebit



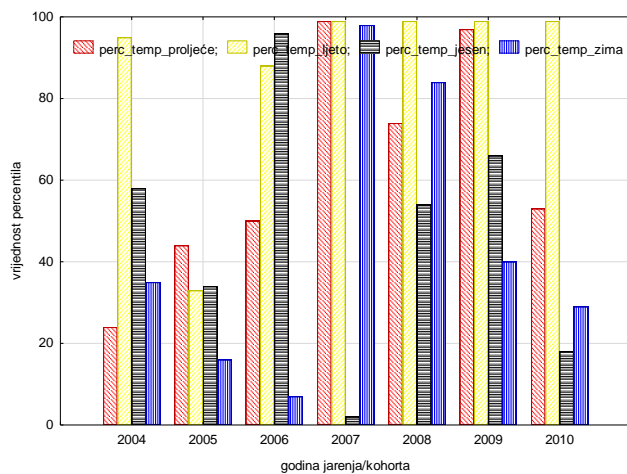
*Slika 13.* Razlike u duljini kuka među kohortama koza 2004. – 2006. na lokalitetu Velebit



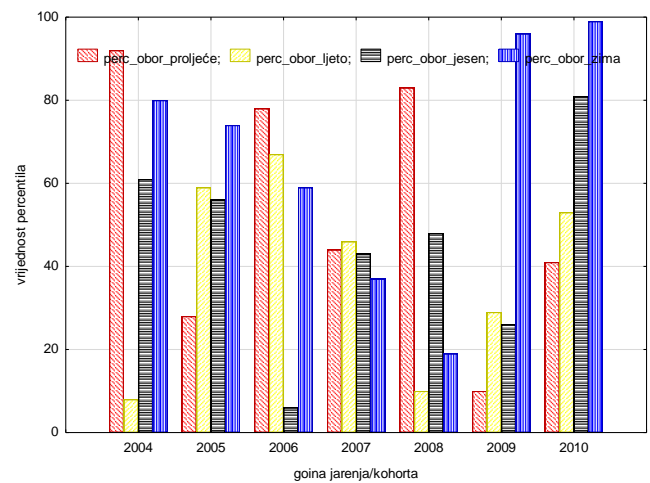
*Slika 14.* Razlike u duljini kuka među kohortama koza 2007 i 2008. na lokalitetu Velebit

Ako se usporede klimatske prilike koje su vladale od 2007. do 2009. može se reći kako se radilo o relativno toplim proljećima i ljetima s umjerenom količinom oborina. Međutim, 2007. je bila izuzetno hladna zima, odnosno 2009. je zima bila s puno oborina, a što je moglo oslabiti koze, koje su ojarile jarad nešto nižih masa od

prosjeaka. Slično se dogodilo i kod ženske jaradi jer se vidi da kohorta 2007. ima slabije razvijene kuke u oba spola.



Slika 15. Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Velebit



Slika 16. Kretanja percentila oborina na lokalitetu Velebit

## 5. RASPRAVA

Varijabilnost klimatskih čimbenika vrlo je važna sastavnica u dinamici populacije divljih preživača. Naime, prema Van Soest (1974.) preživači su skupina organizama relativno visoke razine specijaliziranosti. Ona se očituje u mogućnosti ekstrakcije hranjiva iz biljaka koja se često nalaze u niskim koncentracijama. Pri tome su vrlo često hranjiva zaštićena strukturnim (celuloza, tanin itd.), mehaničkim (trnje, bodlje, dlake itd.) ili toksičnim (fenoli, terpeni itd.) inačicama obrane. Osim toga, prilikom ishrane preživači biraju one biljke i (ili) njihove dijelove i (ili) one razvojne faze biljaka koji imaju najvišu razinu probavljivosti, a da su pri tome i nutritivno kvalitetni (Hanley, 1984.). Prema White (1983.) selekcijom biljnog materijala s visokim sadržajem bjelančevina i ugljikohidrata i niskim sadržajem sekundarnih metabolita preživači ne dobivaju samo više bjelančevina i energije nego i troše manje vremena na preživanje. Prema White-u (1983.) to je multiplicirajući učinak koji predstavlja vezu između hranidbene ekologije i demografskih značajki preživača jer već male razlike u kvaliteti krme mogu uzrokovati temeljne razlike u rastu jedinki.

Generalno, istraživanja su pokazala kako kvaliteta i probavljivost krme teži k povećanju s povećanjem geografske širine (Deinum, 1984.), odnosno unutar iste geografske širine s padom temperature i opskrbe vodom (Denium i sur., 1981.). Hladno i suho vrijeme usporava razvoj biljke, odgađa povećanje udjela stabljike u biljci na štetu lišća, smanjuje udio vlaknine i stoga usporava stupanj opadanja probavljivosti biljaka (Deinum, 1984.; Wilson, 1982.; Terry i Tilley, 1964;)

Zimsko vrijeme ima kumulativan učinak na kondiciju ženki, te njihov rani razvoj pri čemu ženke mogu zadržati taj učinak tijekom adultnosti. Točnije rečeno, troškovi zimske termoregulacije i lokomocije (gibanja) gravidnih dvopapkara uvjetuju alokaciju energije i hranjiva prema fetusu te jedinke koje su došle na svijet nakon zime bogate snijegom mogu biti 10 do 20 % lakše od onih jedinki koje su se okotile nakon suhe i hladne zime. U uvjetima maritimne klime gdje su zimske padaline najčešće u obliku kiše nakon tople (i vlažne) zime jedinke imaju veću masu *in utero* (dobri okolišni i trofički uvjeti), ali je tim jedinkama kasnije fekunditet niži zbog loših postnatalnih uvjeta (Post i Stenseth, 1999.). Razlog tome je visoka stopa preživljavanja (za toplih zima) i skok gustoće populacije. S iznimkom mužjaka jelena običnog u Norveškoj i košuta na otoku Rum (Škotska), sve populacije sjevernih

dvopapkara nakon tople zime imaju nižu gustoću populacije. Zime bogate snijegom (kakve su, primjerice u kontinentalnom dijelu Norveške, a mogu se poistovjetiti u uvjetima Risnjaka i Velebita) prethode ranoj i prostorno različitoj fenologiji biljaka te produžuju dostupnost krme bogate hranjivima što povećava kondicijsku dobit tijekom proljeća i ljeta te doprinosi kasnijem povećanom uspjehu reprodukcije kod jelena običnog (Post i Stenseth, 1999.).

Što je manji broj dana s temperaturom iznad 6 °C to je rast krmiva usporeniji, odnosno usporen je i pad probavljivosti, a isto tako se otegne promjena odnosa stabljika : list u korist stabljike, čime biljka kasnije pređe u generativni stadij. Merrill i Boyce (1991.) nagađaju kako u godinama s visokim snijegom odgođena fenologija može dati krmu više kvalitete tijekom duljeg vremenskog razdoblja još u kasno ljeto ili jesen, za razliku od godina kada vegetacija počinje ranije. Čini se kako se učinak usporene fenologije može odraziti i na divokozu, usprkos tome što je ta vrsta po načinu prehrane intermedijani tip preživača, odnosno stoji između tipičnih „pašnih“ i „brsnih“ vrsta (Hofmann, 1989.).

Iako se u lovačkih krugovima dosta nagađa o utjecaju nadmorskih visina na masu grla istraživanja Mysterud i sur. (2001.) su pokazala kako s porastom nadmorske visine dolazi i do produljenja razdoblja pristupa biljkama ranijih fenoloških (i razvojnih) faza, odnosno novo izraslim biljkama visoke krmne kvalitete. Tako na primjer, jeleni preferiraju područja s promjenjivim nadmorskim visinama te terene razvedenih ekspozicija jer je na njima dinamika topljenja snijega različita te im je cjelogodišnji pristup kvalitetnoj krmu veći. Slično kao i kod drugih dvopapkara isti autori su uočili kako su jeleni gotovo dvostruko osjetljiviji na raznolikost reljefa od košuta, što se manifestira u velikoj varijabilnosti tjelesnim masa mužjaka.

U korelaciju teljenja i klimatskih čimbenika mora se uračunati učinak kohorte inače je teško dobiti signifikantan utjecaj. Budući da su na otoku Rum (Škotska) pri istraživanjima imali bolji pregleda gustoće populacije zbog lakših uvjeta prebrojavanja, nego u Norveškoj razumljivo je kako tamo klimatski čimbenici objašnjava 75 % varijabilnosti, dok na populaciji košuta iz Norveške on objašnjava samo 37,5 % varijabilnosti podataka. Generalno, utjecaj gustoće populacije na udio košuta koje će teliti u starosti od 3 godine objašnjava 50 % varijabilnosti. U ovome diplomskom radu se utjecaj gustoće populacije pokušao riješiti varijablom brojem godina koji je protekao od unosa do jarenja kohorte. Naime, Salzmann (1977.) je

istraživanjima utvrdio kako jedinke novo reintroducirana populacije divokoze na području Jure imaju veću lubanju od onih s alpskih područja, odnosno približno istu kao i jedinke koje su introducirane na Novi Zeland (Niethammer, 1971.) ili oko rijeke Elbe (Briedermann, 1961.). To se i poklapa s dosadašnjim spoznajama iz područja populacijske ekologije. Stoga, osim stanišnih čimbenika prilikom komparacije populacija s različitih lokaliteta u obzir treba uzeti i to je li populacija dulje vrijeme na nekom području ili je nedavno introducirana.

U slučaju ovog diplomskog rada Risnjak predstavlja „izvornu“ populaciju, Velebit hibridnu (postoje dokazi da su na Velebitu stečene kuke divokoze još krajem 19. stoljeća, Krapinec i sur., 2009.), a Biokovo novo osnovanu. No, treba naglasiti kako je unatoč uspješnoj introdukciji na Velebitu iz 70-tih godina 20. stoljeća, odstrel divokoze počeo tek 20 godina od njene reintrodukcije (Prebanić, 2015.). Stoga se populacija razvijala bez značajnijeg utjecaja čovjeka, ali uz nazočnost krupnih predatora, te nije mogla razviti višu gustoću (kao primjerice alpska divokoza u području srednje Europe gdje nema sivog vuka – *Canis lupus* i euroazijskog risa – *Lynx lynx*). Usprkos tome AIC analiza nije našla utjecaj godine unašanja na prirast kuka lokaliteta Velebit (doduše i lokaliteta Risnjak), ali je našla signifikantan utjecaj na lokalitetu Biokovo. Na potonjem lokalitetu osim čovjeka od prirodnih predatora dolazi i vuk, dok na prethodna dva lokaliteta dolazi i ris. Prema Molinari-Jobin i sur. (2002.) ris ima značajan utjecaj na populaciju plijena jer je nađeno da godišnje izluči 9 % proljetnog fonda srneće divljači i 11 % proljetnog fonda divokoze. Budući da divokoze imaju puno manji prirast to je na njenu populaciju utjecaj risa veći. Možda se njegova djelomična korisnost može pravdati time što lovi lisicu i kune, kojih je na području gorske Hrvatske sve više, ali zanimljivo je i da lovi šumske koke (velikog tetrijeba i lještarku gluhu), kojih je na tom području sve manje. Breitenmoser i Haller (1993.) su telemetrijskim praćenjem dobili da ris u sjeverozapadnom dijelu Alpa uzrokuje godišnji mortalitet 6 do 9 % proljetnog fonda srneće divljači, odnosno 2 do 3 % divokoze. Suprotno tome, u središnjem dijelu švicarskog dijela Alpa srna obična je iščezla s područja Turtmanntal nakon što je na to područje došao ris, a brojnost divokoze je s 800 grla pala na 400. Dakle, osim nešto surovijih prirodnih uvjeta, na populaciju divokoze Risnjačkog masiva i sjevernog Velebita mogao bi utjecati i ovaj predator.



Drugi razlog smanjenog učinka klime na trofički resurs divokoze na Risnjaku mogla bi imati i struktura staništa. Već je navedeno kako na području Risnjaka najveći udio u stanišnoj strukturi ima šumska vegetacija bez obzira radi li se o šumi ili šikari, odnosno najveći udio u stanišnoj strukturi na Biokovu imaju pašnjaci.

Prema Post i Stenseth (1999.) zeljanice su znatno osjetljivije na dugoročnu klimatsku varijabilnost u odnosu na drvenaste vrste, a učinci klime (primjerice Sjeverno atlantskih oscilacija – NAO) na fenologiju biljaka su izraženiji na južnim nego na sjevernim geografskim širinama. Unutar zeljanica, vernalne (proljetne) vrste su osjetljivije na NAO nego kasne ljetne vrste. Pretpostavlja se kako je razlog tomu taj što vrste koje rano cvatu pokazuju veću varijabilnost glede vremena cvatnje, odnosno osjetljivije su na klimatske oscilacije tijekom kasne zime (Fitter i sur., 1995.). Za očekivati je kako globalno zatopljenje izaziva veći porast temperature i oborina tijekom zime nego tijekom ljeta (Maxwell, 1997.; Dickinson, 1986.). Naime, vrijeme trajanja rasta i cvatnje je osobito osjetljivo na promjene i zadržavanje snijega (Galen i Stanton, 1991.). Ove promjene mogu biti jedan od ključnih čimbenika koji limitiraju rasplodna svojstva biljnih vrsta koje rastu na sjeveru (Callaghan i sur., 1997.) te njihovu hranidbenu vrijednost za biljoždere (Klein, 1990.). S obzirom na klimatske prilike kakve vladaju u vršnim dijelovima istraživanih masiva Risnjaka, Velebita i Biokova, mogle bi se povući određene poveznice. Naime, zbog izraženih nadmorskih visina na istraživanim područjima vlada surovija inačica kontinentalne, odnosno u uvjetima Risnjaka i Velebita, na određenim „otocima“ (vršni dijelovi) čak i borealna klima (klima tipa „D“ prema Köppenu; Šegota i Filipčić, 2003.).

Dakle, divokoze na Risnjaku i Velebitu bi, u slučaju suhih ljeta i jeseni, kao kompenzacijskom trofičkom resursu mogle pribjeći brštenju šumske vegetacije. Ovo nije isključeno, no, ipak je analiza pokazala da u oba lokaliteta na duljinu kuka utječe nešto više klimatskih čimbenika nego na lokalitetu Biokovo. Bez obzira na broj klimatskih čimbenika koji utječu na duljinu kuka, na Risnjaku je najveća procjena varijabilnosti iznosila 31 %, na Velebitu 25 %, a na Biokovu čak 43 %, što ukazuje na svojevrsnu kompenzaciju krmiva drvenastim vrstama ili na humidniju klimu koja omogućava kvalitetniju krmu zeljanica. Stoga se nameće generalni zaključak kako divokoze na masivu Risnjaka i Velebita obitavaju u nešto surovijim stanišnim uvjetima (hladniji i vlažniji klimatski uvjeti tijekom vegetacije) nego na Biokovu.

## 6. ZAKLJUČCI

Na temelju istraživanja u ovom diplomskom radu može se zaključiti slijedeće:

1. Dominantan utjecaj na duljinu kuka, bez obzira na lokalitet, ima dob grla.
2. Utjecaj istraživanih čimbenika na duljinu kuka divokoze različit je s obzirom na lokalitet i spol divokoze.
3. Ako se izuzme dob broj klimatskih čimbenika koji utječu na duljinu kuka najveći je na lokalitetu Risnjak (14 kod jaraca i 16 kod koza), a najmanji na lokalitetu Biokovo (5 kod jaraca i 10 kod koza).
4. S obzirom na lokalitet i spol razlikuje se i procjena varijabilnosti duljine kuka. Kod jaraca je s pomoću korištenih varijabli moguće procijeniti daleko manje varijabilnosti u duljinama kuka nego kod koza (od 20 % na lokalitetu Risnjak do 23 % na lokalitetu Velebit; respektivno od 25 % na lokalitetu Velebit do 43 % na lokalitetu Biokovo).
5. Razlike u kohortama ovise o lokalitetima. Na lokalitetu Risnjak te su razlike relativno male, dok su najveće razlike izražene na lokalitetu Velebit. One su najčešće povezane s odstupanjima u temperaturi zraka tijekom vegetacije, koje na rast kuka imaju negativan učinak.
6. Rezultati ovog istraživanja ukazuju kako divokoze na lokalitetima Risnjak i Velebit obitavaju u oštrijim klimatskim uvjetima nego na lokalitetu Biokovo.

## 7. LITERATURA

1. Ahrens, M., Dittrich, G.; Sparing, H.; 1988: Untersuchung zur Körperentwicklung beim Damwild. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, 15:7-14.
2. Albon, S.D.; Guinness, F.E.; Clutton-Brock, T.H. 1983: The influence of climatic variation on the birth weights of red deer (*Cervus elaphus*). J Zool 200: 295–298.
3. Anon., 2005: Lovnogospodarska osnova za državno otvoreno lovište broj XVII/1 „BIOKOVO“ za razdoblje od 01. travnja 2005. do 31. ožujka 2015. godine.
4. Anon., 2006: Lovnogospodarska osnova za državno otvoreno lovište broj IX/6 „JABLANAC“ za razdoblje od 01. travnja 2006. do 31. ožujka 2016. godine.
5. Armstrong, R.H.; Common, T.G.; Smith, H.K.; 1986: The voluntary intake and in vivo digestibility of herbage harvested from indigenous hill plant communities. Grass and Forage Science 41: 53–60.
6. Bonenfant, Ch.; Pelletier, F.; Garel, M.; Bergeron, P.; Age-dependent relationship between horn growth and survival in wild sheep. Journal of Animal Ecology 78: 161-171.
7. Breitenmoser, U.; Haller, H., 1987: Zur Nahrungsökologie des Luchses *Lynx lynx* in den schweizerischen Nordalpen. – Zeitschrift für Säugetierkunde 52: 135-144.
8. Briedermann, L., 1961: Untersuchungen über das Gamswild im Elbsandsteingebiet. Z. Jagdwiss., 7(4): 139-166.
9. Burnham, K.P.; Anderson, D.R.; 2002: Model selection and multimodel inference: a practical-theoretic approach, 2nd edition. - Elsevier, New York, 488 pp.
10. Callaghan, T.V.; Carlsson, B.Å.; Sonesson, M.; Temesváry, A.; 1997: Between-year variation in climate-related growth of circumarctic populations of the moss *Hylocomium splendens*. Functional Ecology, 11: 157–165.
11. Catchpole, C.K.; Morgan, B.J.T.; Coulson, J.N.; Freeman, S.N.; Albon, S.D.; 2000: Factors influencing Soay sheep survival. Journal of Applied Statistics, 49: 453-472.
12. Clutton-Brock, T.H.; Albon, S.D.; 1989: Red Deer in the Highlands. Blackwell Science, Oxford, 268 pp.
13. Clutton-Brock, T.H.; Albon, S.D.; Guinness, F.E., 1986: Great expectations: Dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. An.Behav. 34:460-471.

14. Côté, S. D.; Festa-Bianchet, M.; 2001: Life-history correlates of horn asymmetry in mountain goats. *Journal of Mammalogy*. 82(2): 389-400.
15. Coulson, T.; Milner-Gulland, E.J.; Clutton-Brock, T.; 2000: The relative roles of density and climatic variation on population dynamics and fecundity rates in three contrasting ungulate species. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 267: 1771–1779.
16. Deinum, B.; 1984: Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. Iz: Riley, H.; Skjelvag, A. (ur.) *Proc. Gen. Meeting EUR Grassl. Fed.* 338-350.
17. Deinum, B.; De Beijer, J.; Nordfelt, P.H.; Kornher, A.; Østgård, O.; van Bogaert, G.; 1981: Quality of herbage at different latitudes. *Neth J Agric Sci* 29:141–150.
18. Dickinson R (1986) The climate system and modelling of future climate. Iz: Bolin B.; Doos, B.; Jager, J.; Warrick, R.A.; (ur.) *The greenhouse effect, climate change, and ecosystems*. Wiley, Chichester, 207–270.
19. Elmeros, M.; Pedersen, V.; Wincentz, T. E. (2003): Placental scar counts and litter size estimations in ranchred red fox (*Vulpes vulpes*). *Mamm Biol.* 68: 391-393.
20. Fitter, A. H.; Fitter, R. S. R.; Harris, I. T. B.; Williamson, M. H., 1995: Relationship between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. *Functional Ecology*. 9: 55-60.
21. Galen, C.; Stanton, M.L., 1991: Consequences of emergence phenology for reproductive success in *Ranunculus adoneus* (*Ranunculaceae*). *American Journal of Botany* 78: 978–988.
22. Garrott, R.A., Eberhardt, L.L., White, P.J. & Rotella, J. (2003) Climate-induced variation in vital rates of an unharvested large-herbivore population. *Canadian Journal of Zoology*, 81, 33–45.
23. Gärtner, S., and Patolla, H. 1997. Untersuchungen zu Populations- und Konditionsentwicklung des Rothirsches (*Cervus elaphus* L.) im Nationalpark Sächsische Schweiz. *Z. Jagdwiss.* **43**(2): 85-91.
24. Grubešić, M.; Krapinec, K., 2011: Divljač i lovstvo u sredozemnim šumama. Matić, S.; Prpić, B.; Jakovac, H.; Vukelić, J.; Anić, I.; Delač, D., (ur.). Šume hrvatskoga Sredozemlja. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 599-642.
25. Hanley, T.A., 1984: Habitat patches and their selection by wapiti and black-tailed deer in a coastal montane forests. *Journal of Applied Ecology*, 21: 423-436.

26. Hewison, A.J.M.; Vincent, J.P.; Bideau, E.; Angibault, J.M.; Putman, R.J., 1996: Variation in cohort mandible size as an index of roe deer (*Capreolus capreolus*) densities and population trends. J. Zool. 239: 573-581.
27. Hofmann, R.R., 1989: Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. Oecologia 78:443-457
28. Hone, J.; Clutton-Brock, T.H., 2007: Climate, food, density and wildlife population growth rate. J Anim Ecol 76:361-367.
29. Hrabě, V.; Koubek, P., 1990: Kranimetrie, postnatální rustu ružku kamzíka horského v Hrubém Jeseníku. Folia venatoria, 20: 77-90.
30. <http://www.bioportal.hr/gis/>.
31. Katušin, Z., 1998: Klimatske anomalije temperature i oborina u Hrvatskoj za 1997. godinu. Prikazi br. 6, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 26 pp.
32. Katušin, Z., 1999: Praćenje i ocjena klime u 1998. godini. Prikazi br. 8, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 42 pp.
33. Katušin, Z., 2000: Praćenje i ocjena klime u 1999. godini. Prikazi br. 9, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 42 pp.
34. Katušin, Z., 2001: Praćenje i ocjena klime u 2000. godini. Prikazi br. 10, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 33 pp.
35. Katušin, Z., 2002: Praćenje i ocjena klime u 2001. godini. Prikazi br. 11, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 34 pp.
36. Katušin, Z., 2003: Praćenje i ocjena klime u 2002. godini. Prikazi br. 12, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 41 pp.
37. Katušin, Z., 2004: Praćenje i ocjena klime u 2003. godini. Prikazi br. 13, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 49 pp.
38. Katušin, Z., 2005: Praćenje i ocjena klime u 2004. godini. Prikazi br. 14, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 36 pp.
39. Katušin, Z., 2006: Praćenje i ocjena klime u 2005. godini. Prikazi br. 15, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 42 pp.
40. Katušin, Z., 2007: Praćenje i ocjena klime u 2006. godini. Prikazi br. 16, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 50 pp.
41. Katušin, Z., 2008: Praćenje i ocjena klime u 2007. godini. Prikazi br. 18, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 72 pp.

42. Katušin, Z., 2009: Praćenje i ocjena klime u 2008. godini. Prikazi br. 19, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 62 pp.
43. Katušin, Z., 2010: Praćenje i ocjena klime u 2009. godini. Prikazi br. 20, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 63 pp.
44. Katušin, Z., 2011: Praćenje i ocjena klime u 2010. godini. Prikazi br. 21, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 57 pp.
45. Klein, D., 1990: Variation in quality of caribou and reindeer forage plants associated with season, plant part and phenology. Rangifer, Special Issue 3, 123-130.
46. Krapinec, K., 2010: Revizija lovnogospodarske osnova za državno otvoreno lovište broj IX/17 „SV. JURAJ“ za razdoblje od 01. travnja 2010. do 31. ožujka 2005. godine.
47. Krapinec, K., Grubešić, M., Šegrt, V., Maričić, K. 2006: Trofejni parametri muflona (*Ovis ammon musimon* Pallas, 181) u državnom lovištu VIII/6 "Kalifront". Šum. list, 11-12: 523-531.
48. Krapinec, K., Grubešić, M., Tomljanović, K., Kovač, I., 2009: Uloga lovačkih izložbi te njihov značaj u valorizaciji stupnja razvijenosti lovstva pojedine zemlje s posebnim osvrtom na Hrvatsku. Ekonomska i ekohistorija, 5(5):5-43.
49. Krapinec, K.; Čirko, I.; Maračić, M.; Sindičić, M.; Konjević, Dean. Struktur von Abschuss und Fruchtbarkeit des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.) in der Gebirgsregion von Südwest-Pannonien. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung. 43: 315-332.
50. Kurtén, B., 1968: Pleistocene Mammals of Europe. Weidenfeld & Nicholson, London, 317 pp.
51. Langvatn, R.; Albon, S.D.; Burkey, T.; Clutton-Brock, T.H., 1996: Climate, plant phenology and variation in age of first reproduction in a temperate herbivore. J Anim Ecol 65:653-670.
52. Longhurst, W. M.; Douglas, J. R., 1953: Parasite Interrelationships of Domestic Sheep and Columbian Black-tailed Deer. Trans. 18<sup>th</sup> N. Amer. Wildlife Conf. 186-187.
53. Majnarić, D., 2007: Lovnogospodarska osnova za zajedničko otvoreno lovište broj VIII/116 „Kupa“ za razdoblje od 01. travnja 2007. do 31. ožujka 2017. godine.

54. Majnarić, D., 2010: Lovnogospodarska osnova za državno otvoreno lovište broj VIII/10 „KUPJAČKI VRH“ za razdoblje od 01. travnja 2010. do 31. ožujka 2020. godine.
55. Masini, F.; Lovari, S., 1988: Systematics, phylogenetic-relationships, and dispersal of the chamois (*Rupicapra* spp.). *Quaternary Research* **30**: 339-349.
56. Massei, G.; Randi, E.; Genov, P., 1994: The dynamics of the horn growth in Bulgarian chamois *Rupicapra rupicapra balcanica*. *Acta Theriologica* 39(2): 195-199.
57. Maxwell, B., 1997: Recent climate patterns in the Arctic. Iz: Oechel, W.C.; Callaghan, T.; Gilmanov, T.; Holten, J.I.; Maxwell, B.; Molau, U.; Sveinbjornsson, B., (ur.) *Global change and arctic terrestrial ecosystems*. Ecological Studies 124. Springer, Berlin Heidelberg New York, 21–46.
58. McDonough, T.J.; Crye, J.R.; Del Frate G.G., 2006: Can horn length of mountain goats be used as a measure of habitat quality? *Proceedings of the 15th Biennial Symposium of the Northern Wild Sheep and Goat Council*, 15: 158-166.
59. Merrill, E.H.; Boyce, M.S., 1991: Summer range and elk population dynamics in Yellowstone National Park.. Iz: Keiter R.B.; Boyce M.S., (ur.) *The greater Yellowstone ecosystem: redefining America's wilderness heritage*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, 263–274
60. Molinari-Jobin, A.; Molinari, P.; Breitenmoser-Würsten, Ch.; Breitenmoser U., 2002: Significance of lynx *Lynx lynx* predation for roe deer *Capreolus capreolus* and chamois *Rupicapra rupicapra* mortality in the Swiss Jura Mountains. *Wildlife Biology*, 8(2): 109-115.
61. Mysterud, A.; Langvatn, R.; Yoccoz, N. G.; Stenseth, N. Cjr., 2001: Plant phenology, migration and geographical variation in body weight of a large herbivore: the effect of a variable topography. *Journal of Animal Ecology*, 70: 915-923.
62. Niethammer, G., 1971: Die Gamsen Neuseelands. *Z. Säugetierk.* 36: 228-238.
63. Nugent, G.; Frampton, C., 1994: Microgeographical and temporal variation in mandible size within a New Zealand fallow deer (*Dama dama*) population. – *Journal of Applied Ecology* 31: 253-262.
64. Pandžić, K.; Likso, T., 2012: Praćenje i ocjena klime u 2011. godini. Prikazi br. 23, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 32 pp.

65. Pérez-Barbería, F. J.; Robles, L.; Nores, C., 1996: Horn growth pattern in Cantabrian chamois *Rupicapra pyrenaica parva*: Influence of sex, location and phaenology. *Acta Theriologica* 41(1): 83-92.
66. Pettorelli, N.; Dray, S.; Gaillard, J-M.; Chessel, D.; Duncan, P.; Illius, A.; Guillon, N.; Klein, F.; Van Laere, G., 2003: Spatial variation in springtime food resources influences the winter body mass of roe deer fawns. *Oecologia* 137: 363-369.
67. Pettorelli, N.; Gaillard, J-M.; Van Laere, G.; Duncan, P.; Kjellander, P.; Liberg, O.; Delorme, D.; Maillard, D., 2002: Variations in adult body mass in roe deer: the effects of population density at birth and of habitat quality. *Proc. R. Soc. Lond. B* 269: 747-753.
68. Portier, C.; Festa-Bianchet, M.; Gaillard, J.M.; Jorgenson, J.T.; Yoccoz, N.G., 1998: Effects of density and weather on survival of bighorn sheep lambs (*Ovis canadensis*). *J. Zool.* 245: 271-278.
69. Post, E.; Stenseth, N. C. 1999 Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates. *Ecology* 80, 1322-1339.
70. Prebanić, I., 2015: Trofejne značajke divokoze (*Rupicapra rupicapra*) s pojedinih lokaliteta u Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 59 pp.
71. Riney, T., 1955. Evaluating condition of free-ranging red deer (*Cervus elaphus*), with special reference to New Zealand. *New Zealand Journal of Science and Technology*, **36**(5): 429-463.
72. Salzmann, H.C., 1977: Gewicht, Schädelgröße und Gehörnwachstum von Gamsen aus dem Jura und ein Vergleich mit anderen Populationen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 23: 69-80.
73. Sauer, J.R.; Boyce, M.S., 1983: Density dependence and survival of elk in northwestern Wyoming. *J. Wildl. Manage.* 47:31-37.
74. Schröder, W., 1971: Untersuchungen zur Ökologie des Gamswildes (*Rupicapra rupicapra* L.) in einem Vorkommen der Alpen. 1. Teil. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 17: 113-168.
75. Šegota, T., 1966: Quaternary temperature. Changes in Central Europe. *Erdkunde*, 20, 2, 110-118.
76. Šegota, T.; Filipčić, A., 2003: Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. *Geoadria* 8(1): 17-37.



77. Simpson, G.G., 1945: The Principles of Classification and a Classification of Mammals. Bulletin American Museum Natural History, 85: 1-350.
78. Skogland, T., 1985: The effect of density dependent resource limitations on the demography of wild reindeer. J Anim Ecol 54:359–374.
79. Šprem, N.; Bužan, E., 2016: The Genetic Impact of Chamois Management in the Dinarides. Te Journal of Wildlife Management. DOI: 10.1002/jwmg.21081
80. Terry, R.A.; Tilley, J.M.A., 1964: The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, Cocksfoot, timothy, tall rescue, lucerne and sainfoin as measured by an in vitro procedure. J. Brit. Grassl. Soc. 19:363-372.
81. TIBCO Software Inc. (2018). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>.
82. Toïgo, C.; Gaillard, J.M.; Michallet, J., 1999: Cohort affects growth of males but not females in Alpine ibex (*Capra ibex ibex*). - Journal of Mammalogy 80: 1021-1027.
83. Tomljanović, K.; Grubešić, M.; Paule, L.; Krajmerova, D., 2012: Razvoj populacije divokoze (*Rupicapra rupicapra* L.) u Hrvatskoj i njena genetska struktura, [www.bib.irb.hr/prikazi-rad?lang=en&rad=615592](http://www.bib.irb.hr/prikazi-rad?lang=en&rad=615592)
84. van Soest, P.J., 1982: Nutritional Ecology of the Ruminant, 2<sup>nd</sup> edition. O and B Books, Corvallis, Oregon. 488 pp.
85. Vanpé, C.; Gaillard, J-M.; Kjellander, P.; Mysterud, A.; Magnien, P.; Delorme, D.; Van Laere, G.; Klein, F.; Liberg, O.; Hewison, A.J.M., 2007: Antler Size Provides an Honest Signal of Male Phenotypic Quality in Roe Deer. Am. Nat. 169(4): 481-493.
86. Vicente, J., Pérez-Rodríguez, L., and Gortazar, C. 2007. Sex, age, spleen size, and kidney fat of red deer relative to infection intensities of the lungworm *Elaphostrongylus cervi*. Naturwissenschaften 94: 581-587.
87. Weladji, R.B.; Holand, Ø.; Steinheim, G.; Hansen, H.; 2002a: Effect of “owners” selection strategies on autumn weight in reindeer (*Rangifer tarandus*) calves. Rangifer 22: 107–113.
88. Weladji, R.B.; Klein, D.R.; Holand, Ø.; Mysterud, A., 2002b: Comparative response of *Rangifer tarandus* and other northern ungulates to climatic variability. Rangifer 22: 33–50.
89. White, R.G., 1983: Foraging patterns and their multiplier effects on productivity of northern ungulates. Oikos 40: 377-384.

90. Wilson, J.R., 1982: Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. Nutritional Limits to Annual Production from Pastures. Iz: Hacker, J.B. (ur.), CAB, Slough, 111-131.